



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

SAMI PERKKO
TIETOMALLINNUS SAIRAALARAKENTAMISEN
SUUNNITTELUSSA

Diplomityö

Tarkastaja:
Professori Jarmo Laitinen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Rakennustekniikan
tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 4. joulukuuta 2013

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

PERKKO, SAMI: Tietomallinnus sairaalarakentamisen suunnittelussa

Diplomityö, 57 sivua, 7 liitesivua

Toukokuu 2014

Pääaine: Rakennustuotanto- ja talous

Tarkastaja: Professori Jarmo Laitinen

Avainsanat: Tietomallinnus, BIM, sairaala, 3D-suunnittelu

Rakennushankkeiden tietomallinnus on kovaa vauhtia korvaamassa perinteisen 2D-suunnittelutavan. Tietomallintaminen muuttaa suunnittelun prosesseja sekä vaatii tilaajilta sekä suunnittelijoilta uudenlaisia toimintapapoja. Tietomallinnus on kuitenkin vielä varsin raaka prosessi rakennushankkeissa ja ensimmäisiä yleisiä ohjeistuksia on vasta valmistunut. Sairaalaympäristön suunnittelu on haastava prosessi, jossa varsinkin talotekniikan suuri määrä luo omat haasteensa suunnittelulle. Työssä tutkitaan tietomallintamista sairaalaprosjektissa suunnittelun alusta rakennuksen käyttöönottoon asti.

Työn yhteydessä luodaan uudet suunnitteluohjeistukset tietomallintamiseen sekä kerätään kokemuksia tietomallintamalla tehtävästä suunnittelusta pilottihankkeessa. Työssä ei tutkita tietomallintamisen hyödyntämistä rakennuksen ylläpitovaiheessa.

Tutkimus osoittaa, että tietomallintaminen on vielä varsin uusia asia, jonka hioitumiseen kuluu aikaa. Ohjelmistoja on paljon ja vaikka IFC-tiedostoformaatti yhdistää kaikki ohjelmat on niiden yhteensopivuudessa vielä ristiriitaisuuksia. Hyvillä ohjeistuksilla sekä ammattitaidolla voidaan tietomallintamisesta kuitenkin saada paljon hyötyjä. Suunnitelmien havainnollistaminen siis tehostuu huomattavasti. Se siirtää monien yksityiskohtien suunnittelun oikeasti suunnittelijalle, jolloin työmaa-aikaiset ristiriidat vähentyvät.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Information Technology

PERKKO, SAMI: Building information modeling in hospital desing

Master of Science Thesis, 57 pages, 7 Appendix pages

May 2014

Major: Construction Management and Economics

Examiner: Professor Jarmo Laitinen

Keywords: BIM, 3D designing, development project, hospital development

Building information modeling is rapidly replacing traditional 2D designing in development projects. BIM changes the processes in development as well as demands new ways of acting from parties involved. BIM is still a rather new process in development projects. Primary instructions have only just started to appear. Different kind of electric, pipe, ventilation etc. systems create their own challenges in developments in hospital environments. This thesis examines BIM in a hospital project from start till finish.

This thesis provides new designing instructions for BIM and gathers experiences from the use of BIM in a pilot project. There is no examination of utilizing BIM in the maintenance of a building.

This research shows that BIM is still a very new issue and advancement in this field will take some time. There are a lot of software to be used and although IFC formats unite these different software there are still problems in unifying them. There are a lot of benefits from using BIM when applying good instructions with good workmanship. Such benefits include for an example demonstrating designs. It creates more accurate designs which decreases conflicts in construction sites.

ALKUSANAT

Tämä on Tampereen teknillisen yliopiston opinnäytetyö. Se on laadittu Pirkanmaan sairaanhoitopiirin toimeksiannosta. Tutkimuksessa on tutkittu tietomallintamista sairaalahankkeen suunnittelun välineenä. Työn tarkastajana toimi Professori Jarmo Laitinen sekä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin puolesta Diplomi-insinööri Hannu Järvi.

Haluan kiittää heitä työnaikaisesta avusta. Lisäksi haluan kiittää O-rakennuksen koko suunnitteluryhmää saamastani avusta.

SISÄLLYS

Tiivistelmä	1
Abstract	2
Alkusanat	3
Termit ja niiden määritelmät	6
1. JOHDANTO	7
2. TAVOITTEET JA RAJAUS	8
3. NYKYINEN SUUNNITTELUKÄYTÄNTÖ TAMPEREEN YLIOPISTOLLISEN SAIRAALAN REKENNUSHANKKEISSA	9
3.1. Rakennushankkeet TAYS:ssa	9
3.2. Toiminnallinen suunnittelu	10
3.3. Erilaisten suunnittelutapojen taustaa	11
3.4. Haasteet perinteisessä CAD-suunnittelussa	12
4. TIETOMALLINTAMALLA TEHTÄVÄ SUUNNITTELU	15
4.1. Tilaajan tarpeet	15
4.2. Tarveselvitysvaihe	17
4.3. Hankesuunnitteluvaihe	18
4.4. Ehdotussuunnitteluvaihe	19
4.5. Yleissuunnitteluvaihe	19
4.6. Toteutussuunnitteluvaihe	20
4.7. Rakentaminen	20
4.8. Tietomallintamisen erityispiirteet	21
4.8.1. Tietomallintamisen tehtäväluettelot ja mallinnusvastuut	21
4.8.2. Markkinoilla olevat ohjelmistot	22
4.8.3. Tietomallien yhteensovittamisvastuu sekä tarkastukset	23
4.8.4. Tiedonsiirto ja tietomalliseloste	24
4.8.5. Tietomallintamisen palaverit	25
4.8.6. Suunnittelun aikataulu	25
4.8.7. Havainnollistaminen	26
5. SAIRAALAHANKKEEN SUUNNITTELU TIETOMALLINTAMALLA	29
5.1. O-rakennuksen uudisrakennushanke suunnittelupilottina tietomallintamalla	29
5.2. Hankkeen suunnittelun kilpailuttaminen sekä käynnistäminen	30
5.3. Suunnittelu	34
5.4. Työmaa-aikainen suunnittelu	42
6. YHTEENVETO	43
6.1. Tutkimuksen aikataulu sekä laajuus	43
6.2. Parannus suunnittelun laatu	44
6.3. Arvo tutkimuksen tilaajalle	44
6.4. Tutkimuksen arvo sen tekijälle	45
Lähteet	47

Liitteet	49
Liite 1. TAYS investointihankkeiden tuottaminen	50
Liite 2. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallintamisvastuut	51
Liite 3. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tietomallintamisen tehtäväluettelo ..	53
Liite 4. Talotekniikan tehtäväluettelo	55

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

BIM	Building Information Modeling, tietomallin englanninkielinen nimi.
CAD	Computer-Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu.
Elinkaari	Elinkaarella tarkoitetaan ajanjaksoa alkaen rakennuksen määrittelystä aina lopullisen rakennuksen purkamiseen asti.
IFC	(Industry Foundation Classes) on kansainvälinen standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietojärjestelmästä toiseen.
LCC	Life Cycle Costs, elinkaarikustannukset. Kaikki kohteelle lasketut kustannukset, joita kohteelle syntyy tai oletetaan syntyvän sen elinkaaren aikana.
Simulaatiot	Virtuaalisesti tehtävä menetelmä joka pyrkii jäljittelemään erilaisia ominaisuuksia tietomallista.
Tietomalli	Rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tarkoituksena koota kaikki tarvittava tieto yhteen, jolloin tiedon hyödyntäminen on helppoa.
Visualisointi	Havainnollistaa suunnitelman luomalla siitä kolmiulotteisen mallin.

1. JOHDANTO

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin valtuuston tehtyä päätöksen uudesta obduktiotoiminnan rakennuksesta päätettiin hanke suunnitella kokonaisuudessaan tietomallintamalla. Se olisi ensimmäinen täysin tietomallintamalla tehty hanke Pirkanmaan sairaanhoitopiirissä.

Tämä hanke aloitettiin luomalla tietomallintamisen suunnitteluohjeet. Uusien suunnitteluohjeiden avulla kilpailutettiin suunnittelijat hankkeeseen. Hankkeen suunnittelusta kerättiin kokemuksia tietomallintamisen tuomista hyödyistä sekä vastauksia onko tietomallintamista kannattavaa vielä lähteä käyttämään kokonaisvaltaisesti. Toisiko tietomallintaminen kaivattuja ratkaisuja havaittuihin ongelmiin suunnitteluprosessissa? Lisäksi saataisiin kokemuksia tietomallin käytöstä työmaalla.

Tässä työssä käydään aluksi läpi yleisiä suunnittelukäytäntöjä TAYS:ssa. Sen jälkeen tutkitaan yleisiä tietomallintamisen käytäntöjä, sekä kerrotaan pilottihankkeen vaiheista. Lopuksi kerrotaan tilaajan sekä työntekijän tavoitteiden toteutumisesta.

2. TAVOITTEET JA RAJAUS

Tarkoituksena on tutkia pääosin suunnitteluprosessia ja keskittyä tietomallinnuksen kilpailuttamisen prosessiin, kunnallisessa organisaatiossa yleisen hankintalain puitteissa.

Tutkimuksessa paneudutaan aiheeseen pilottihankkeen kautta. Tätä tietomallintamalla tehtävää hanketta verrataan tekijän aikaisempaan kokemukseen perinteisestä 2D-suunnittelu hankkeista.

Tarkoituksena on tutkia suunnitteluprosessia kilpailuttamisesta aina urakkavaiheeseen asti.

Lopputuloksena tulisi saada tietomallintamisen uudet kilpailuttamis- ja suunnitteluohjeet, sekä saada vastaus, tuoko tietomallintaminen apua havaittuihin ongelmiin perinteisessä suunnittelussa. Lisäksi todetaan onko tietomallintaminen vielä prosessina valmis otettavaksi käyttöön vaativissa sairaalaolosuhteissa.

3. NYKYINEN SUUNNITTELUKÄYTÄNTÖ TAMPEREEN YLIOPISTOLLISEN SAIRAALAN REKENNUSHANKKEISSA

3.1. Rakennushankkeet TAYS:ssa

Sairaanhoitopiirin investointiohjelma valmistellaan TAYS:ssa tilahanke- ja laitehankintatyöryhmässä. Toimintayksiköt tuottavat omat tarpeensa tilahanke- ja laitehankintatyöryhmälle. Tämä listaa hankkeet investointilistaksi, arvioi niiden tarpeellisuuden sekä käsittelee budjetin. Investointilistalle hankkeita tulee myös kunnossapidon puolelta, mutta useimmin hankkeet lähtevät liikkeelle toiminnallisten tarpeiden mukaan.

TAYS:n rakennuttamisyksikkö vastaa hankkeiden suunnittelusta sekä rakentamisesta. Rakennuttamisyksikön nimetty projektipäällikkö kilpailuttaa hankkeen suunnittelijat sekä muut tarvittavat konsultit.

Tässä vaiheessa hankkeen toiminnalliset suunnitelmat ovat valmiita suunnittelun lähtötiedoiksi. Kun suunnittelijat rupeavat varsinaisiin suunnittelutehtäviin alkaa luonnossuunnittelu. Varsinaista hankesuunnitteluvaihetta TAYS:n hankkeissa ei yleisesti ole, vaan hankeraamit tulevat yleensä toiminnallisten suunnitelmien kautta.

Projektipäällikkö ohjaa suunnittelua ja hyväksyy lopulliset suunnitelmat toteutukseen yhdessä käyttäjäyksiköiden kanssa.

Suunnitelmien valmistuttua projektipäällikkö lähtee kilpailuttamaan urakoitsijoita sekä tekee esityksen niiden valinnasta hallinnon palvelualuejohtajalle.

Urakkavaiheessa projektipäällikkö johtaa hanketta ja raportoi siitä tarvittavin määrin rakennuttamisyksikön johdolle.

Hankkeen valmistuttua tilat luovutetaan käyttäjille ja projektipäällikkö tekee taloudelliset loppuselvitykset. Lopulliset taloudelliset ja toiminnalliset toteumat esitellään rakennuttamisyksikön johdolle. Rakennuttamisyksikön johto kokoaa hankkeista tiedot ja valmistelee niistä esityksen investointiohjelman toteutumisesta.

Kaavio investointihankkeiden tuottamisesta löytyy liitteestä 1.

3.2. Toiminnallinen suunnittelu

Toiminnallisen suunnittelun lähtökohtana on alueen väestönkasvu sekä sairauksien lisääntymisennusteet, jotka tuovat paineita sairaaloille kehittää toimintaansa. Myös erilaiset hoitokäytännöt muuttuvat nopeasti. Toiminnalliset haasteet käynnistävätkin useammin tilahankkeen, kuin rakennuksen huono kunto. Tilojen peruskunnostus jakso onkin usein hyvin lyhyt.

Sairaalaympäristön toiminnallinen suunnittelu on tärkeässä roolissa suunniteltaessa uutta sekä korjattaessa vanhaa. Nykyiset sairaalat ovatkin erittäin monimutkaisia toiminnallisia kokonaisuuksia.

Kun yksikön esittämä hanke-esitys hyväksytään investointiohjelmaan, alkaa toiminnallinen suunnittelu. Ohje toiminnallisen suunnitelman tekemiseksi sisältää seuraavat pääkohdat:

Prosessikuvaukset tehdään toiminnasta, henkilöstöstä, sekä toimintaluvuista ja tilantarpeesta.

Tilaohjelma sisältää tarvittavat tilat luokiteltuina kokonaisuuksina lyhyine kuvauksineen. Lisäksi tilaohjelma sisältää toimintaan tarvittavien huoneiden määrän sekä arvioidut neliötarpeet.

Tulevan hankkeen **vaikutukset** henkilöstöön, toimintakuluihin sekä miten yksikön toiminta turvataan hankkeen aikana. (TAYS 2009)

Valmis toiminnallinen suunnitelma hyväksytetään toimialajohtajalla sekä hygieniatyöryhmässä.

Hankesuunnitteluvaiheessa toiminnallisen suunnittelun pohjalta tehdään huonekortit. Näissä listataan kaikki tarvittavat tilat sekä vaatimukset niille.

3.3. Erilaisten suunnittelutapojen taustaa

Alkujaan keskussairaalan ensimmäiset A-, B-, ja C-siivet valmistuivat 60-luvun alussa jolloin suunnittelutapana oli perinteinen kynäpiirustus. Sitten 80-luvulla yleistynyt tietokoneavusteinen suunnittelu muutti TAYS:n suunnitelmat myös CAD-suunnitelmiksi. 90-luvulla lähes kaikki vanhat suunnitelmat oltiin skannattu tai piirretty CAD-piirustuksiksi. Ensimmäiset kokonaan CAD:llä suunnitellut kohteet olivat kuitenkin vasta 2000-luvulla, jolloin valmistui esimerkiksi lastenpsykiatrian uudisrakennus.



Kuva 1. Keskussairaalan rakentaminen alkoi 1958. Se oli maan suurin rakennusurakka. (Tampereen museoiden kuva-arkisto)

Vaativien sairaalatilojen suunnittelussa erilaisia kolmiulotteisia visualisointeja sekä suunnitelmia on tehty yksittäisistä kohteista. Näitä ovat olleet esimerkiksi leikkaussalit, joihin mm. laitetoimittajat ovat tehneet visualisointeja laitteistaan käyttäjien hahmotuskyvyn parantamiseksi.



Kuva 2. Visualisointi TAYS:n alueesta. (Suunnitelma arkisto TAYS)

3.4. Haasteet perinteisessä CAD-suunnittelussa

Perinteinen CAD-suunnittelu perustuu viivoihin, joissa itsessään ei ole mitään tietoa. Tämän vuoksi suunnitelmia ei sellaisenaan voida käyttää esimerkiksi energiasimulointeihin tai olosuhdeanalyysiin.

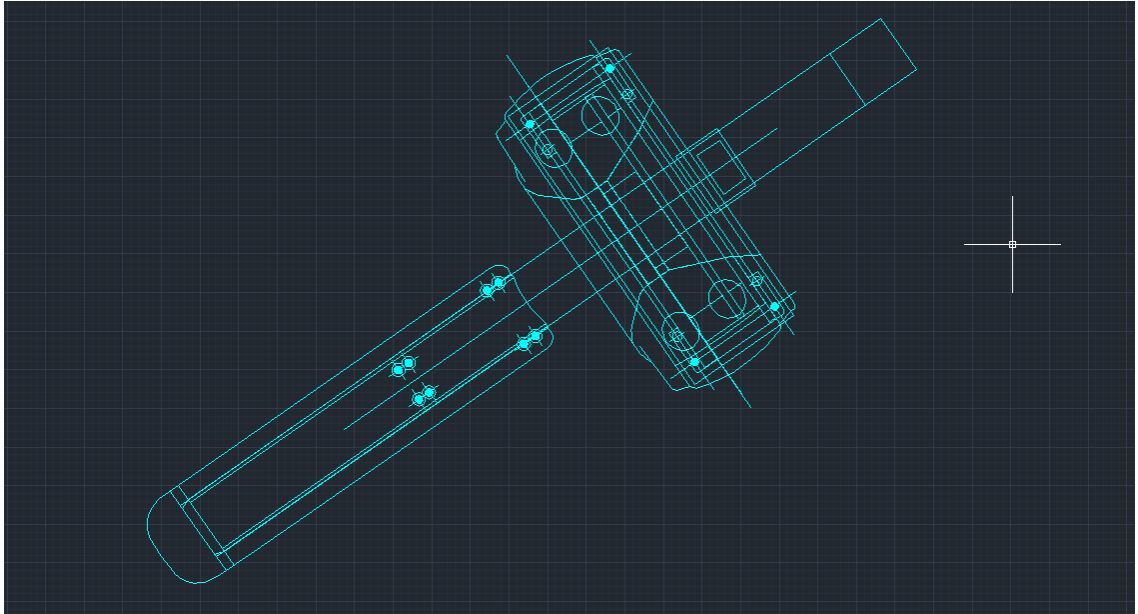
Nykyiset energiamääräykset vaativat tilaajan tarkastelemaan erilaisia energiakulutusmalleja parhaan lopputuloksen saamiseksi. Jos suunnittelua tehdään perinteisellä 2D-suunnittelutavalla, tehdään monesti huomattavan paljon ylimääräistä työtä, jotta energiasimuloinnit voidaan toteuttaa. Voidaankin todeta, että vaikka tilaaja olisi nykypäivänä teettämässä työtä perinteisin tavoin, tehdään jonkin tasoisia tietomalleja suunnittelutyön aikana melko varmasti.

Sairaalan talotekniset ratkaisut ovat varsin monimutkaisia ja erilaisia teknisiä järjestelmiä on yhä enemmän. Sairaalan kaasuverkostot, katkottomat sähkönsyöttöjärjestelmät sekä erillisilmanvaihtojärjestelmät ovat esimerkkejä taloteknisistä järjestelmistä, joita sairaalasuunnittelussa joudutaan ottamaan huomioon. Varsinkin matalissa kerroskorkeuksissa talotekniikan risteilyt ovat osoittautuneet vaativiksi suunnitella ja perinteiset 2D-suunnitelmat ovat monesti jättäneet toivomisen varaa suunnitelmien yhteensovitukselle sekä havainnollistamiselle. Nämä ongelmat

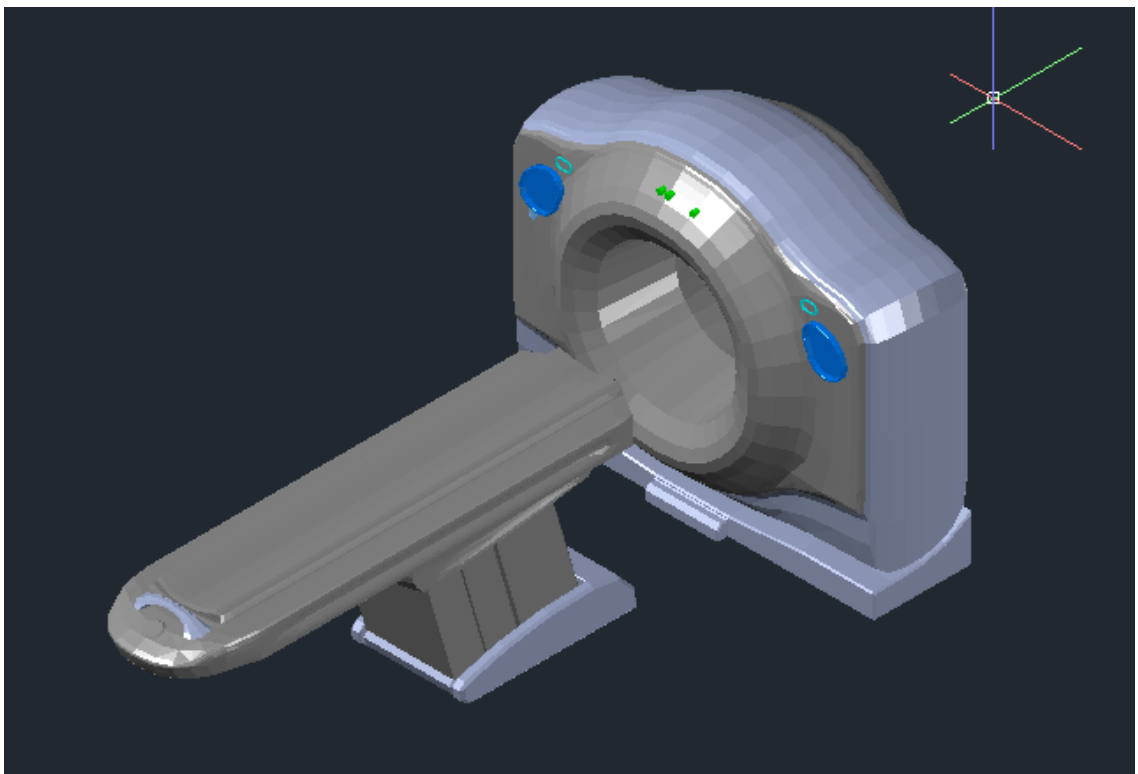
ovatkin monesti jääneet työmaalla selvitettäväksi ja ovat monesti aiheuttaneet turhia ylimääräisiä kustannuksia tilaajalle.

Myös erilaiset sairaalalaitteet ja varsinkin niiden asemointi on ollut käyttäjille vaikeita hahmottaa perinteisistä 2D-suunnitelmista. Omat haasteensa ovat tuoneet myös näiden laitteiden kiinnitykset sekä tilavaatimukset erityisesti alakattojen yläpuolella.

Varsinkin käyttäjänäkökulmasta 2D-kuvan hahmottaminen ei aina ole itsestään selvää. Käyttäjät ovat usein toivoneet havainnollisempia suunnitelmia varsinkin tärkeimmistä tiloista, joita sairaalassa ovat mm. leikkaussalit ja erilaiset kuvauslaitetilat.



Kuva 3. Kuvauslaite 2D-suunnitelmana. (Suunnittelutoimisto Saircon Oy)



Kuva 4. Kuvauslaite 3D-suunnitelmana. (Suunnittelutoimisto Saircon Oy)

4. TIETOMALLINTAMALLA TEHTÄVÄ SUUNNITTELU

4.1. Tilaajan tarpeet

"Yksittäisen rakennushankkeen tarkoituksena on tyydyttää tilan käyttäjän muuttunut tilatarve tai tuottaa yhteiskunnan tai yrityksen toiminnan tarvitsema rakenne tai verkosto. Tilaa voi tarvita julkisyhteisö, yritys tai yksityinen ihminen. Tilatarpeen syntymiseen on useita syitä. Julkisyhteisön tilatarpeeseen vaikuttavat mm. niille vastattavaksi asetetut yhteiskunnalliset velvoitteet.

Tilatarve voidaan tyydyttää vaihtoehtoisilla tilahankintaratkaisuihin, joita ovat

1. Rakennuttaminen omalla tontilla tai rakennuspaikalle, joka saattaa olla ennestään omistuksessa tai hankitaan tätä tarkoitusta varten.
2. Nykyisten tilojen käytön tehostaminen ja korjaaminen tai laajentaminen.
3. Tilan hankkiminen ostamalla
 - Asunto- tai kiinteistöyhtiön osakkeita
 - Kokonainen kiinteistö tai osa kiinteistöä
 - Rakennusliikkeeltä tontti sille rakennettavine rakennuksineen
4. Vuokraaminen
 - Tavanomaisella vuokrasopimuksella
 - Leasing-sopimuksella
 - Pitkäaikaisella vuokrasopimuksella kiinteistösijoittajalta, joka rakennuttaa tarvittavat tilat

Päätettäessä uuden tilan rakentamisesta tai vanhan korjaamisesta käynnistyy rakennushanke. Rakennushankkeesta muodostuu projekti, jonka ajallisesti etenevät vaiheet ovat talonrakentamisessa seuraavat:

- Tarveselvitys
- Hankesuunnittelu
- Rakennussuunnittelu
- Rakentaminen
- Käyttöönotto" (Kankainen & Junnonen 2004)

Rakennushankkeeseen lähtiessä tilaaja voi palkata rakennuttajan huolehtimaan rakennushankkeen organisoinnista sekä läpiviennistä varsinkin, jos tilaajalla ei ole kokemusta tästä.

Ennen varsinaisen suunnittelutyön alkua tulee päättää, miten suunnittelu tullaan organisoimaan ja mitkä ovat sen suunnitteluveloituserusteet. Suunnittelu voidaan organisoida erikseen tarve- ja hankeselvitysvaihetta varten varsinkin jos investointipäätös ei ole kovin varma. Jos investointipäätös on kuitenkin hyvin varmalla pohjalla ja tilantarve tilaajalla suuri, voidaan koko suunnittelu organisoida hankkeen alkuvaiheessa koko rakennushankkeelle.

Yleinen tapa on kilpailuttaa eri suunnittelijat hintaan ja laatuun perustuen, varsinkin julkisissa hankkeissa.

Julkisen hankkeen kilpailuttaminen noudattaa lakia julkisista hankinnoista. Tietomallintaminen ei varsinaisesti muuta hankintamenettelyjä. Lain yleiset periaatteet ovat seuraavat:

"Hankintayksikön on käytettävä hyväksi olemassa olevat kilpailuolosuhteet, kohdeltava hankintamenettelyn osallistujia tasapuolisesti ja syrjimättä sekä toimittava avoimesti ja suhteellisuuden vaatimukset huomioon ottaen.

Hankintayksiköiden on pyrittävä järjestämään hankintatoimintansa siten, että hankintoja voidaan toteuttaa mahdollisimman taloudellisesti ja suunnitelmallisesti sekä mahdollisimman tarkoituksenmukaisina kokonaisuuksina ympäristönäkökohdat huomioon ottaen. Hankintatoimintaan liittyvien hallinnollisten tehtävien vähentämiseksi hankintayksiköt voivat käyttää puitejärjestelyjä sekä tehdä yhteishankintoja tai hyödyntää muita yhteistyömahdollisuuksia julkisten hankintojen tarjouskilpailuissa.

Jos tarjouskilpailussa ehdokkaana tai tarjoajana on hankintayksikön omistama yhteisö tai laitos taikka toinen hankintayksikkö, sitä on kohdeltava samalla tavoin kuin muita ehdokkaita ja tarjoajia." (Oikeusministeriö 2007)

Hankintalaissa todetaan, että kilpailuttaminen on ensisijaisesti tehtävä avointa tai rajoitettua menettelyä käyttäen. Avoimessa menettelyssä kaikki ehdokkaat saavat tarjota hankintaa. Rajoitetussa menettelyssä hankintayksikkö voi ennalta rajoittaa ehdokkaiden määrää, jotka kutsutaan tarjousmenettelyyn.

Lisäksi hankinta voidaan toteuttaa suoramarkkinana, kilpailullisella neuvottelumenettelyllä tai puitejärjestelyin. Nämä edellyttävät kuitenkin erillisiä vaatimuksia.

Hankkeen alkuvaiheessa tilaaja tekee päätökset tietomallintamisen käytöstä hankkeessa sekä määrittelee tarpeet tietomallintamisen hyödyntämiseen. Näiden päätösten jälkeen voidaan tehdä alustavat tietomallintamiseen liittyvät tehtäväluettelot, joita voidaan päivittää suunnittelun ja mallintamisen lähtötietojen tarkentuessa hankkeen edetessä.

Tietomallintamista voidaan hyödyntää kokonaisvaltaisesti koko rakennushankkeen ajan aina suunnittelusta rakennuksen ylläpitoon saakka.

Hankkeen alkumetreilla tulee tehdä tietomallinnussuunnitelma. Sen tulisi pitää sisällään ainakin seuraavat kohdat:

- suunnitelman tarkoitus
- tietomallintamisen tavoitteet sekä käyttötarkoitukset
- tietomallintamisen organisointi
- yhteistyömenettelyt ja kommunikointi
- laadunvarmistus
- tietomallien yhdistämisperiaatteet
- tiedonhallinta ja siirto
- ohjelmistot
- projektin päättämisen vaiheet (RT 10-11076, 2012)

Tietomallisuunnitelman tekee yleensä tietomallikoordinaattori.

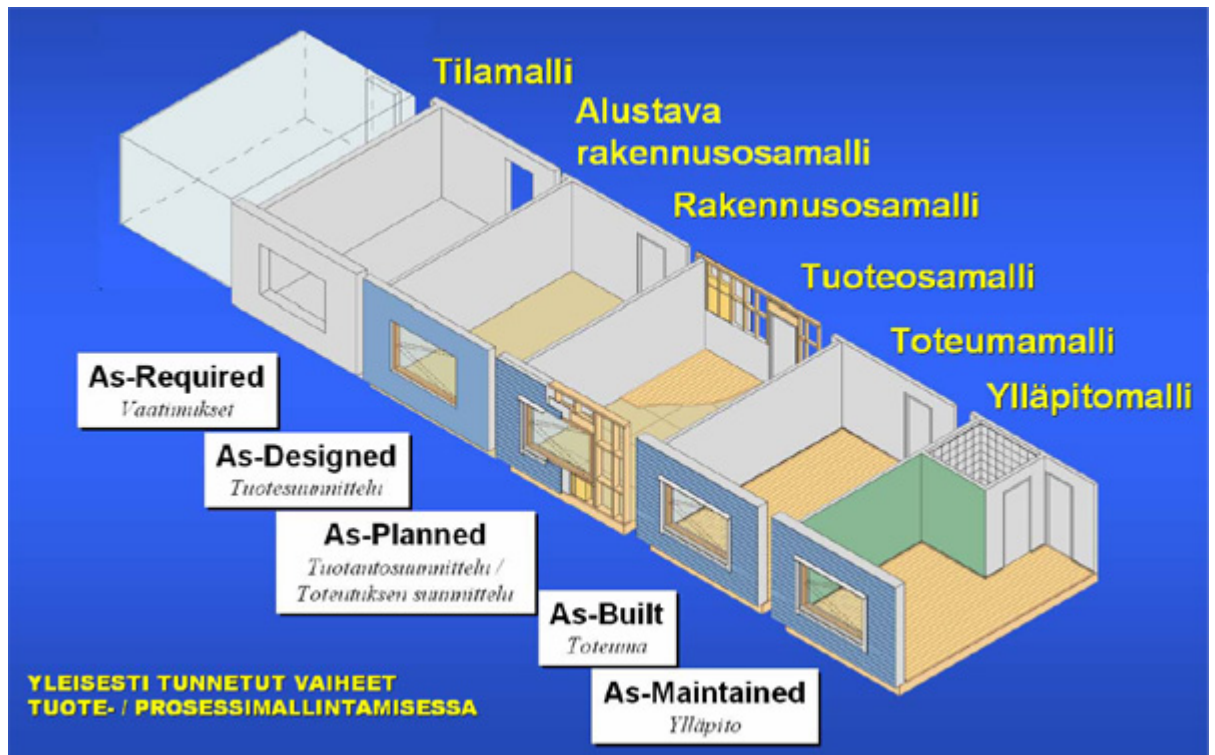
4.2. Tarveselvitysvaihe

"Tarveselvityksessä selvitetään hankkeen tarpeellisuus, edellytykset ja toteuttamismahdollisuudet. Tuloksista kootaan tarveselvitys, jonka pohjalta tehdään hankesuunnittelupäätös." (RT 10–10387, 1989)

Tarveselvitysvaiheessa mallintamista hyödynnetään erilaisiin visualisointeihin ja massamalleihin, riippuen tarveselvitysvaiheen tarpeista. Tässä vaiheessa luodaan tarpeen mukaan myös alustavia vaativuusmalleja.

"Tarveselvitysvaiheessa tietomallilla on harvoin geometrinen muotoa. Vaatimusmalli, jossa ainakin keskeisimmät tilavaatimukset on kirjattu sähköiseen muotoon, on kuitenkin osa tietomalliprosessia ja oikein laadittuna sitä voidaan käyttää läpi hankeprosessin tilavaatimusten tarkistamiseen. Sen pohjalta on mahdollista myös automatisoida vähintään suunnitelmien pinta-alojen tarkistaminen ja jopa tilojen generointi suunnitteluohjelmistoissa, joskin tuon kaltaiset sovellukset eivät ole kovin yleisiä eikä tilamallin tekotavalla ole vaikutusta lopputulokseen. Keskeisten tiloille asetettavien vaatimusten liittäminen sähköiseen tilaohjelmaan helpottaa kuitenkin merkittävästi niiden hallintaa suunnitteluprosessin aikana." (RT 10-11066, 2012)

Tarveselvityksen pohjalta päätetään voidaanko ja kannattaako rakennushankkeeseen ryhtyä. Mikäli hankepäätös tehdään, tarveselvitys on suunnitteluohje ja puite jatkotoimenpiteille. (Kankainen & Junnonen 2004)



Kuva 5. Tietomallintamisen vaiheistus. (Niemiöja, 2005)

4.3. Hankesuunnitteluvaihe

Hankesuunnittelussa asetetaan täsmälliset rakennushankkeen laajuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja valmistuneen rakennuksen ylläpitoa koskevat tavoitteet, sekä määritellään rakennuspaikka ja hankkeen toteutustapa. Hankesuunnittelun päämääränä on tasapaino tavoitteiden ja lähtötietojen välille. Sen tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka sisältää tilaajan investointipäätöstä varten tarvitsemat rakennushanketta koskevat tiedot ja rakennussuunnittelun tavoitteen määrittelyn. (Kankainen & Junnonen 2004)

Hankesuunnitteluvaiheen tilaohjelmasta voidaan luoda erilaisia tilamalleja. Näiden avulla tutkitaan vaihtoehtoisia massoitteluita sekä erilaisia tilavaihtoehtoja. Yleensä näitä malleja tehdään arkkitehdin toimesta, mutta myös erikoissuunnittelijat voivat antaa oman panoksensa mallien tekemiseen, varsinkin vaativissa erikoiskohteissa. Eli myös taloteknisten suunnittelijoiden kiinnittäminen rakennushankkeeseen viimeistään tässä vaiheessa on suotavaa, jotta hekin voivat antaa oman osaamisensa hankkeen onnistumisen takaamiseksi. Tuotettuja malleja hyväksi käyttäen lasketaan tavoitehintoja, simuloidaan energiankulutusta sekä visualisoidaan vaihtoehtoisia ratkaisuja varsinaisen hankesuunnitelman ja päätöksen tekemisen tueksi.

4.4. Ehdotussuunnitteluvaihe

Kun hankesuunnitelma on valmis ja päätös suunnittelun aloittamisesta tehdään seuraa sitä ehdotussuunnittelun käynnistäminen. Viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa myös erikoissuunnittelijat osallistuvat suunnitteluun. Ehdotussuunnitteluvaiheessa suunnittelijat tekevät tilaajalle vaiheen nimensä mukaisesti ehdotuksia, joista valitaan paras ratkaisu yleissuunnittelun pohjaksi. Oleellista tässä vaiheessa on millä tarkkuudella ehdotuksia kannattaa tehdä.

Arkkitehti tekee tässä vaiheessa alustavia tilamalleja, joissa tilaryhmät muodostavat kokonaisuuksia. Tällä karkealla tilamallilla tutkitaan rakennuksen vaihtoehtoisia massoitteluita. Jotta tilamallista voidaan tehdä erilaisia energiasimulointeja tulee tilamalliin lisätä alustavia tietoja esimerkiksi ikkunoista.

Ehdotussuunnittelun lopuksi tilaaja valitsee sopivan perusratkaisun, jota lähdetään kehittämään eteenpäin.

4.5. Yleissuunnitteluvaihe

"Yleissuunnitteluvaiheessa lähdetään kehittämään ehdotusvaiheessa valittua perusratkaisua, joka on olemassa arkkitehdin tietomallina. Tilaajan vaatimukset on päivitetty edellisessä vaiheessa tehtyjen päätösten mukaiseksi. Tilaajan tehtävänä yleissuunnitteluvaiheessa on suunnittelun ohjaus ja suunnitelman hyväksyminen toteutussuunnitteluvaihetta varten. Tietomallien mahdollistama nopea, havainnollinen ja interaktiivinen visualisointi ja analyysit (esimerkiksi energia- ja olosuhdeanalyysit, kustannustieto) tukevat kommunikointia ja päätöksentekoa." (RT 10-11066, 2012)

Tässä vaiheessa tietomalli sisältää tilojen lisäksi rakennusosia. Tästä mallista tuotetaan mm. rakennuslupavaiheen pääpiirustukset, joten rakennusosamallin tulee olla tarkkuustasoltaan jo varsin tarkka.

"Kunkin suunnittelualan ajantasaiset mallit tulee olla aina muiden saatavilla, mikä varmistetaan sopimalla riittävän tiheä tietomallien tallennus esimerkiksi projektipankkiin. Sopiva tallennusväli yleissuunnitteluvaiheessa on esimerkiksi suunnittelijapalavereiden väli.

Eri suunnittelijoiden työn tulee edistyä loogisesti rinnakkain ja yhteistyössä. Tähän kuuluu myös varautuminen siihen, että suunnittelussa voidaan tässä vaiheessa tehdä merkittäviäkin muutoksia." (RT 10-11066, 2012)

4.6. Toteutussuunnitteluvaihe

Toteutussuunnitteluvaiheessa tietomalleja viedään tarkemmalle tasolle yleissuunnittelun pohjalta.

Yhdistelmämallia voidaan tässä vaiheessa käyttää hyväksi rakennesuunnittelun reikäkuviin, jotka saadaan mallista suoraan erillisillä reikäobjekteilla.

"Toteutussuunnitteluvaiheen menettely on sama kuin yleissuunnitteluvaiheenkin, mutta tuotettavan tiedon tarkkuustaso kasvaa oleellisesti. Suunnitelmat viimeistellään urakkatarjouspyyntöjen edellyttämään tarkkuustasoon ja kaikki projektista tehtävät mallit tarkentuvat yksityiskohtaisilla tyyppitiedoilla. Kunkin suunnittelualan ajantasaiset mallit tulisi olla aina muiden saatavilla, mikä varmistetaan sopimalla riittävän tiheä tietomallien tallennus esimerkiksi projektipankkiin. Sopiva tallennusväli toteutusvaiheessa on noin yksi viikko." (RT 10-11066, 2012)

Tietomallin täysipainoisen hyödyntämisen kannalta on välttämätöntä, että siitä saatavat määräluettelot voidaan käyttää urakkalaskennassa sitovina. Vaikka määrälaskennassa tietomallintaminen vähentää laskijan työtä puolella ei tällaisia sitovia tietomalleja ole käytetty ainakaan isoimmissa kohteissa. Joskin monissa hankkeissa tietomalli luovutetaan urakoitsijan käyttöön laskennan avuksi ei tilaajaa sitovana.

"Rakennuksen tietomalli ei kuitenkaan ratkaise *tyhjentävästi* määrälaskentaan liittyviä kysymyksiä, eikä mallista voida laskea kaikkia hankkeen aikana tarvittavia määrätietoja. Määräasiantuntijan ammattitaitoa tarvitaan edelleen laskennan lähtötietojen ja lähtömateriaalin arvioinnissa, laskennan kattavuuden varmistamisessa, vaihtoehtoehtojen esille tuomisessa ja tulosten jäsentämisessä." (RT 10-11072, 2012)

4.7. Rakentaminen

Tietomallien käyttö työmaalla on paljolti kiinni urakoitsijan taidoista sekä sitoutumisesta, varsinkin jos tilaaja ei määritä urakka-asiakirjoissa vaatimuksia tietomallin hyödyntämiselle urakka-aikana. Jos urakoitsija ei tunne, että se hyötyy tietomallien käytöstä, jää niiden hyödyntäminen usein taka-alalle.

"Rakennustuotannossa tarvitaan eri suunnittelualojen tietomalleja lähtötietoina täydentämään suunnitelma-asiakirjoja sekä pohjana tuotantotapahtumien mallinnukselle.

Urakointiyritykset hyödyntävät tietomalleja rakentamisen valmistelu- ja rakentamisvaiheissa esim. seuraavissa toiminnoissa:

- kohteeseen ja sen suunnitelmiin perehtyminen ja tiedonhaku tarjousvaiheessa, hankinnoissa ja työmaatoteutuksessa
- määrien laskenta tarjouslaskentavaiheessa sekä rakentamisaikana hankintoja ja tuotannonsuunnittelua varten
- yleinen rakentamisen aikainen toimintojen koordinointi ja tiedonvaihto
- tuotannon 4D-aikataulus ja työjärjestysten suunnittelu sekä toteutumatilanteen havainnollistaminen
- eri suunnittelualojen mallien yhdistäminen mm. talotekniikan asennusjärjestysten ohjaamista varten ja rakennettavuustarkasteluihin
- rakenteiden sijaintitiedon siirto mittalaitteisiin
- työmaa-alueen käytön suunnittelu ja turvallisuussuunnittelu, kuten esim. putoamissuojaussuunnittelu" (RT 10-11078, 2012)

Kun tietomallia käytetään aktiivisesti työmaalla tulee sen käytön periaatteet sopia ennen urakan alkua. Malli pitää olla yhtenenevä muiden dokumenttien kanssa. Suunnitelmat pitää tuottaa mallista. Jolloin vältytään siltä, ettei malli sekä perinteinen suunnitelma täsmää. Mallien mittatarkkuus vaihtelee ja niiden tarkkuus määräytyy yleensä tarkoituksenmukaisuuden mukaisesti. Tarkkuus tulee selvittää urakoitsijalle ja jos mallia ei pidetä kovin tarkkana saadaan siitä selville vähintään esimerkiksi talotekniikan asennusjärjestykset. Tämä onkin minimitaso, johon mallia voidaan hyödyntää selvittämään tekijälle mitä suunnittelija on suunnitelmillaan tarkoittanut. Tärkeää on myös se, että tietomalli on ajantasainen ja sen päivityksestä työmaan käyttöön on sovittu tehtäväksi määrävälein.

Hankkeen valmistuttua tietomalli tulisi päivittää toteutuksen mukaiseksi, niinkuin perinteiset 2D-suunnitelmatkin. Tietomallit luovutetaan tilaajalle niin kuin perinteisetkin dokumentit. Näin tilaaja voi käyttää tietomallia jatkossa käytön ja ylläpidon apuna ja perustana.

4.8. Tietomallintamisen erityispiirteet

4.8.1. Tietomallintamisen tehtäväluettelot ja mallinnusvastuut

Jotta suunnittelijat tietäisivät mitä heidän suunnittelusopimukseensa kuuluu tulee tilaajan määrittellä tietomallintamisen tehtäväluettelot. Niissä jokaiselle suunnittelualalle määritetään eri suunnitteluvaiheen tietomallintamisen tehtävät.

Mallintamisen vastuut vuorostaan selvittävät arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tehtäviä, jotta päällekkäisyyksiä heidän tehtäviensä kesken ei olisi.

4.8.2. Markkinoilla olevat ohjelmistot

Tilaaja voi suunnitteluvaiheessa rajata käytettäviä ohjelmia parhaan lopputuloksen varmistamiseksi. Kokonaisuuden tarkastelun lisäksi tärkeää on kuinka eri suunnittelualojen ohjelmat toimivat keskenään. Tärkeää kuitenkin on, että käytettävät ohjelmat tuottavat tietomallit oikeassa tiedostoformaattissa. Tällä hetkellä käytetyin tiedostoformaatti on IFC ja sen versio 2x3. Versio 2x4 on tällä hetkellä työtä tehdessä ilmeisesti testausvaiheessa.

Julkisissa hankinnoissa hankintalaki kieltää tuotteiden suoran nimeämisen, joten tärkeintä on, että mainitaan tiedostoformaatti, jota ohjelmat tuottavat. Näin ei jouduta ongelmaan, että tietomallit eivät sovi yhteen toistensa kanssa.

Ohessa lyhyt katsaus Suomessa yleisesti käytettävistä mallinnusohjelmista, jotka tukevat avointa IFC tiedostoformaattia:

Autodesk Revit

Autodesk Revit tuoteperheeseen kuuluvat suunnitteluohjelmat arkkitehtuuriin, rakennesuunnitteluun sekä talotekniikan suunnitteluun.

ArchiCad

Ohjelmistotalo Graphisoftin tietomallintamisen ohjelma arkkitehtisuunnitteluun.

Tekla

Suomalaisen Tekla Oyj:n valmistama ohjelmistokokonaisuus rakennesuunnitteluun, mallien yhteensovitukseen ja katseluun.

MagiCAD

Progman Oy:n valmistama ohjelmisto talotekniseen suunnitteluun.

CADiE

CADiE on suomalainen pitkän kehityskaaren kulkenut yhtenäinen sähkösuunnittelun kehitetty tuoteperhe. Sen sovelluksia on Sähkökä, Kessu sekä Pikasso.

CADS

Kymdata Oy:n suunnitteluohjelmakokonaisuus sähkö-, LVI-, rakenne- ja arkkitehtisuunnitteluun.

Simblebim

Suomalaisen Datacupist Oy:n kehittämä tietomallien yhteensovitus sekä katseluohjelma. Erikoisuutena mallien koon pienennys ohjelmaan viettäessä.

Solibri

Solibri Oy:n tekemä ohjelmakokonaisuus johon kuuluvat yhteensovitus-, katselu- sekä IFC-tiedostojen hallintaohjelma.

4.8.3. Tietomallien yhteensovittamisvastuu sekä tarkastukset

Mallin rakenteeseen ja sen tietosisältöön on voitava luottaa. Varsinkin isoissa malleissa on yleistä, että mallia laatii työryhmä suunnittelutoimistossa. Kun lisäksi ryhdytään yhdistelemään eri suunnittelualueiden malleja, niin työn koordinoinnista ja ohjeistamisesta huolimatta virheitä saattaa esiintyä. Osa näistä virheistä voidaan eliminoida tähän tarkoitukseen tehdyillä ohjelmilla tai ohjelman sisään rakennetuilla tarkastustyökaluilla. (Penttilä, Nissinen & Niemenoja, 2006)

Tietomallien yhdistäminen voidaan antaa pääsuunnittelijalle tai sitten voidaan käyttää erillistä tietomallikonsulttia yhdistämisessä sekä ristiriitojen raportoinnissa.

Pääsuunnittelijan vastuisiin rakennushankkeessa on huolehtia, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja ne todetaan yhteensopiviksi ja ristiriidattomiksi. Pääsuunnittelija ei siis vastaa kaikkien suunnittelualueiden virheistä. Lisäksi ei pidä sekoittaa pääsuunnittelijan tehtäviä sekä erillisiä tietomallikoordinaattorin tehtäviä keskenään.

"Yhdistelmämallien kasaamisesta huolehtii tietomallikoordinaattori, joka raportoi havaitsemansa virheet pääsuunnittelijalle ja muille suunnittelijoille. Eri suunnittelualueiden mallien päivittämisestä ja suunnitelmien yhteensovittamisesta huolehtiminen ja muutostilanteiden valvonta on tehtäväluettelon mukaisesti pääsuunnittelijan vastuulla." (RT 10-11066, 2012)

Tietomallien yhdistämisessä on myös tärkeätä, että sen tekijä löytää yhdistämisessä oleelliset törmäilyt. Tarkistusohjelmat antavat malleista helposti tuhansia törmäyksiä,

joista voi olla, että suurin osa on niin vähäisiä ja johtuvat mallien tarkkuudesta. Törmaystarkasteluohjelmat siis tekevät helposti törmäystarkastelun, mutta yhdistäjän vastuulle jää se mistä törmäyksistä kannattaa raportoida suunnittelijoille.

"Siitä riippumatta kuka mallien yhteensovituksen ja tarkastelun tekee tulisi se huomioida suunnitteluajataulussa. Yhteensovitusta tulisi tehdä sopivin väliajoin suunnittelun edetessä, mutta yleistä aikaa mallien yhteensovitukselle ei voida sanoa. Vaan ne määräytyvät hankkeen ja sen osapuolten perusteella. Onkin varsin olennaista löytää kuhunkin hankkeeseen sopiva yhteensovitusväli. Liian tiheä väli tuottaa usein turhaa työtä, kun taas liian taaja voi tuoda odottamattomia suunnitteluongelmia. Hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi mallien yhteensovitukseen ja tarkistamiseen tulee varata riittävästi aikaa hankkeen koosta sekä vaativuudesta riippuen.

Halutun laadun varmistamiseksi tulee tietomallia tarkastella suunnittelun eri vaiheissa. Tietomallia voidaan ja tulee tarkastella visuaalisesti, mutta tämä tapa jättää paljon tarkastajan tarkkuudelle. Lisäksi tietomallia tarkastellaan eri ohjelmien analysointityökaluilla. Tällöin keskitytään enemmän kokonaisuuksiin." (RT 10-11071, 2012)

4.8.4. Tiedonsiirto ja tietomalliseloste

Hankkeen tiedonsiirto määräytyy hankkeen koon sekä tilaajan resurssien mukaisesti. Pienissä hankkeissa tiedonsiirto hoituu yleensä osapuolten välisenä tiedonsiirtona esimerkiksi sähköpostin välityksellä.

Varsinkin isommissa hankkeissa käytetään erillistä projektipankkia, joka on ulkopuolinen palvelin, johon koko suunnittelijaryhmälle annetaan tallennus- ja lukuoikeudet. Näiden projektipankkien käyttö on lisääntynyt ja se poistaa monia riskejä, mitä tavallinen osapuolten välinen tiedonsiirto voi sisältää.

Tietomalliprojektin tiedonsiirto ei välttämättä määrällisesti ole isompaa, kuin perinteisen projektin, mutta isot tiedostokoot tuovat omat haasteensa tiedonsiirtoon.

Tietomallin tiedostojen koot voivat nousta jopa useiden satojen megatavujen kokoisiksi. Näin ollen on tärkeää että tietomalli jaetaan osiin järkevästi. Tietomalli tulee rajata koskemaan vain yhtä rakennusta. Lisäksi on suositeltavaa, että varsinkin isot projektit jaetaan kerroksittaisiksi malleiksi.

Varsinkin erilaisten energialaskentojen suhteen mallien tulisi olla selkeästi toteutettuja. Jos tietomalli on toteutettu vajavaisesti, eivät olosuhdeanalyysiohjelmat välttämättä pysty antamaan oikeita tuloksia jolla voi olla huomattavia vaikutuksia lopullisiin olosuhteisiin sekä rakennuksen energiankulutukseen.

Koska tietomallin tiedostot poikkeavat paljolti perinteisistä dwg ym. tiedostoista tulee tietomallihankkeessa käyttää tietomalliselostusta.

"Tietomalliselostus on kunkin suunnittelualan ylläpitämä kuvaus mallin sisällöstä, käytetyistä mallinnustavoista ja mahdollisista poikkeamista yleisiin vaatimuksiin tai mallinnustapoihin nähden. Se kertoo, mihin tarkoitukseen malli on julkaistu ja mikä on sen tarkkuusaste. Selosteen avulla muut osapuolet voivat tulkita mallin valmiusastetta, järjestelmien ja rakennusosin nimeämiskäytäntöjä ja mallin yleistä rakennetta. Tietomalliselostus päivitetään aina kun malli julkaistaan muiden osapuolten käyttöön, olipa sitten kyseessä työmalli tai tietomalli urakkalaskentaa varten." (RT 10-11066, 2012)

4.8.5. Tietomallintamisen palaverit

Heti suunnittelun alkuvaiheessa tulee tilaajan yhdessä suunnittelijoiden kanssa pitää aloituspalaveri pelkästään mallintamiseen liittyvistä asioista. Lisäksi suunnittelijoiden tulee määrittää tietomallintamisen suunnittelualakohtaiset vastuuhenkilöt, joiden tulee olla edustettuina. Palaverissa määritellään tietomallintamisen periaatteet kyseisessä kohteessa. Käydään läpi käytettävät ohjelmistot ja varmistetaan niiden yhteensopivuus. Palaverissa tulisi myös lyödä lukkoon mitä mallinnetaan, eli mitä esimerkiksi ARK-malli sisältää ja mikä kuuluu RAK-malliin.

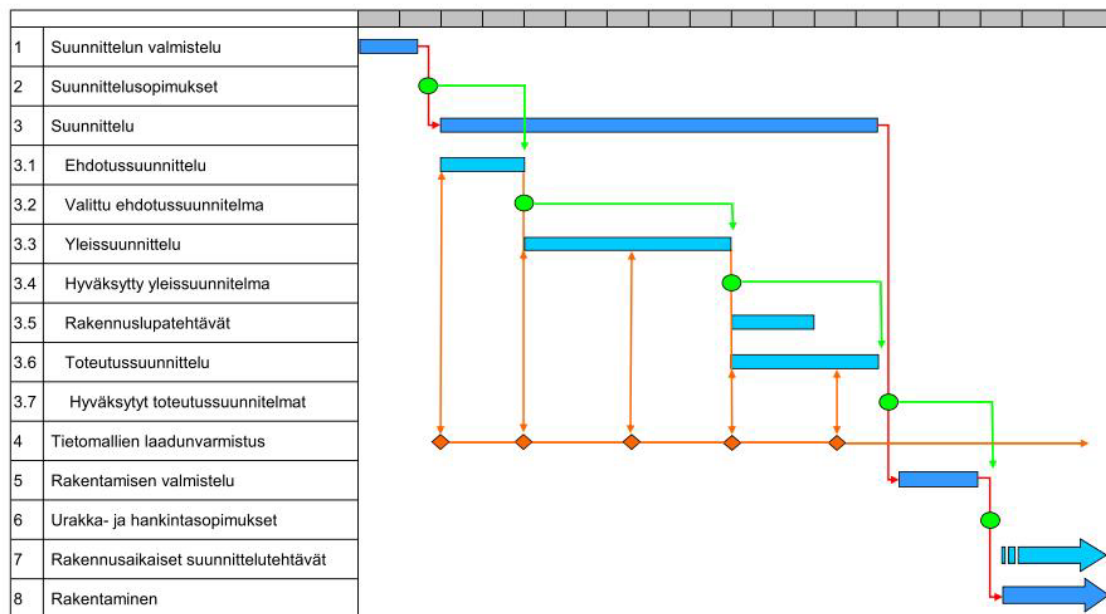
Yksi oleellinen asia on sopia kaikille yhteinen origo. Näin tietomallien yhteensovittaminen helpottuu huomattavasti. Jos origot eivät ole samoja voidaan joutua tilanteeseen, jossa tietomalleista ei saada yhdistelmämallia lainkaan tai sen tekeminen on vaikeaa.

Tietomallintamisen erillisiä palavereja pidetään koko suunnitteluajan sopivin väliajoin. Palavereissa tulisi käsitellä tietomallien sisältöä, yhteensopivuutta sekä tiedon oikeellisuutta.

4.8.6. Suunnittelun aikataulu

Suunnitteluajataulussa tulisi ottaa huomioon mallintaminen. Aikatauluun tulisi sisällyttää oleelliset mallintamiseen liittyvät asiat. Varsinaiseen suunnittelu-aikaan mallintamisen ei pitäisi vaikuttaa. Suunnittelun alkuvaiheessa työaikaa tarvitaan enemmän tilamalleihin ym., mutta suunnittelu-aikaa säästävät esimerkiksi leikkaukset joita voidaan suoraan ottaa mallista eikä niitä täten tarvitse erikseen piirtää. Huomioitava kuitenkin on, että jos tietomallista halutaan tehdä paljon visualisointeja kuluu näihin aikaa.

"Eri suunnitteluvaiheissa tehtävän mallien yhteensovittamisen ja laadunvarmistuksen vaatimat ajanjaksot rytmittävät suunnittelun etenemistä ja ne on huomioitava suunnittelu-aikataulua laadittaessa. Pääsuunnittelijan yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa laatimassa suunnittelu-aikataulussa on otettava ennen kaikkea huomioon tilaajan päätöksentekopisteet ja tietomallien sisällön riittävyys ja toimituksen oikea-aikaisuus päätöksentekopisteitä varten. Tilaajan tehtävä on hyväksyä suunnittelu-aikataulu hankkeen projektiaikataulun puitteissa." (RT 10-11076, 2012)



Kuva 6. Esimerkki tietomallisuunnittelun aikataulusta. (RT 10-11076, 2012)

4.8.7. Havainnollistaminen

"Havainnollistaminen voidaan jakaa kahteen päämuotoon. Ensimmäinen on perinteinen esittävä, usein valokuvamainen visualisointi, joka kuvaa suunnittelijan näkemystä hankkeesta ja sen suunnitteluratkaisuista. Tällaisten kuvien laatuvaatimukset ovat usein hyvin korkealla, ja parhaimmillaan niitä on vaikea erottaa valokuvista.

Toinen havainnollistamisen muoto on tekninen havainnemateriaali. Se toimii kommunikaatiovälineenä suunnitteluryhmälle, tilaajalle, hankkeen johdolle ja työmaalle. Niiden esitystekniset laatuvaatimukset ovat visualisointeja alempana, ja esimerkiksi värit kuvaavat usein erilaisia järjestelmiä todellisten materiaalien sijasta. Näissä molemmissa käyttötapauksissa kuva voi olla myös liikkuvaa, tai mallissa voidaan liikkua tietokoneen ruudulla reaaliaikaisesti. Varsinkin tekninen havainnemateriaali tuotetaan käytännössä usein erilaisilla katselu- ja

laadunvarmistusohjelmilla, joissa lähes poikkeuksitta mallissa liikkuminen on itsestään selvä perusominaisuus." (RT 10-11073, 2012)

Teknisesti mallista saadaan helposti havainnollisia kolmiulotteisia näkymiä, mutta visualisointi vaatii enemmän. Visualisoinnit ovat monesti suunnittelun lisätöitä, jollei tilaaja määrittele niitä etukäteen tarjouspyyntövaiheessa. Olennaista on, että visualisointeja tehdään olennaisista paikoista oikeaan aikaan hanketta. Oleellista visualisointeja tehdessä on myös kenelle visualisointeja tehdään. Rakennusvalvonnalle tehdyssä visualisoinnissa tärkeää on rakennuksen sopivuus paikkaansa ym. kun taas käyttäjäryhmälle tehdyssä visualisoinnissa tärkeää on esimerkiksi henkilökohtaiset työpisteet pistorasioineen ym.

Valmiista visualisoinneista on mahdollista tehdä myös virtuaaliympäristöjä, joihin pystytään tutustumaan 3D-lasit päässä. Ne antavat kävijälle ympäristön reaali-koossa, joka tuottaa kävijälle lähes realistisen käynnin suunnittelussa kohteessa.



Kuva 7. Arkkitehdin visualisointi O-rakennuksesta. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)



Kuva 8. Valokuva valmistuneesta O-rakennuksesta. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)

5. SAIRAALAHANKKEEN SUUNNITTELU TIETOMALLINTAMALLA

5.1. O-rakennuksen uudisrakennushanke suunnittelupilottina tietomallintamalla

Vanha Obduktiorakennus on valmistunut vuonna 1982. Rakennusta ei oltu peruskorjattu ja se oli jäämässä pieneksi tulevaan toimintaan nähden.

Lisäksi nykyinen sairaala-alueen uudistamisohjelma ehdotti uudisrakennusta vanhan Obduktiorakennuksen paikalle.

Vuonna 2009 sairaanhoitopiirin valtuusto teki päätöksen uuden O-rakennuksen rakentamiseksi. Esisuunnittelun perusteella parhaaksi paikaksi osoittautui G-rakennuksen ja Z1-rakennuksen välimaasto.

Toiminnallisen suunnitelman perusteella rakennuksen tavoitehinnaksi saatiin 4,6M€ ja hankkeen kooksi n. 2400 brm².

Toiminnallisen suunnitelman mukaisesti sinne sijoittuisi patologian ja oikeuslääketieteen käyttöön kahdeksan paikkainen vainajien avaussali sekä yhden paikan sisältävä avaussali infektiovainajia varten.

Hankkeen tavoiteaikatauluna pidettiin seuraavaa:

1. Suunnittelutarjouspyyntövaihe 28.1. – 22.2.2010
2. Suunnittelijoiden valinta viikolla 8/2010
3. Suunnittelutyö alkaa viimeistään 22.3.2010
4. Suunnittelu valmis urakkakilpailua varten 26.11.2010
5. Urakkakilpailuaineiston koonti ja lähetys 29.11. - 1.12.2010
6. Urakkatarjouspyyntövaihe 1.12 - 22.12.2010
7. Rakentamisvaihe 24.1. – 31.12.2011
8. Toimintavarustaminen 2.1. - 15.1.2012
9. Toiminnan aloitus 1.2.2012

5.2. Hankkeen suunnittelun kilpailuttaminen sekä käynnistäminen

Suunnittelun kilpailutus käynnistettiin vuonna 2010. Tällöin tehtiin myös päätös, että kohde toimisi pilottihankkeena tietomallintamiselle. Kohde toimisi siis ensimmäisenä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin täysin tietomallinnettuna kohteena.

Koska Tampereen yliopistollinen sairaala on julkinen toimija noudattaa se julkista hankintalakia. Suunnittelutarjouskilpailu julkaistiin julkiset hankinnat internetpalvelu Hilmassa. Hankkeen ennakoitu arvo jäi alle EU:n kynnysarvosta 5 278 000 euroa, joten hanke kilpailutettiin kansallisena hankkeena. Tämä kevensi hieman hankkeen kilpailutusta mm. määräaikojen lyhentyessä. Hankkeen suunnittelu kilpailutettiin avoimena hankkeena, jossa tarjoajia karsiutui pyydettyjen referenssien puuttumisen vuoksi.

TAYS:ssa ei siis aiemmin oltu kilpailutettu suunnittelutyötä, joka tehtäisiin kokonaan tietomallintamalla. Tästä johtuen suunnittelun kilpailuttamisdokumentteja sekä ohjeistusta piti rakentaa uudelleen.

Kohteen tarjouspyyntöasikirjojen pohjana käytettiin TAYS:n tarjouspyyntöasiakirjapohjaa, johon lisättiin tarvittavat tietomallintamiseen liittyvät asiat. Tuohon aikaan julkaistuja valmiita tietomallintamisen kilpailutukseen liittyviä julkaisuja ei juuri ollut. Laajimman työn tietomallintamisen eteen oli tehnyt Senaattikiinteistöt. Senaattikiinteistöjen ohje oli uranuurtaja, mutta se koettiin myös kovin laajaksi ja raskaaksi.

Suunnitteluohjeeseen lisättiin tietomallintamiseen liittyvät seuraavat otsikot: suunnittelun työtap; tuotettavat mallit, niiden sisältö ja käyttötarkoitus; objektit; laadunvarmistus; tietomallikokoukset; vastuut sekä oikeudet.

Lisäykset seuraavassa:

Suunnittelun työtap

Suunnittelutyö tehdään tietomallintamalla. Laadittavista tietomalleista tuotetaan tässä suunnitteluohjeessa mainitut paperidokumentit sekä 2D dwg-suunnitelmat.

Tietomallinnusta hyödynnetään projektissa mm.

- vaihtoehtoisten ratkaisujen vertailuun (L1- ja L2-vaihe)
- suunnitelmien visualisointiin
- suunnitelmien laadunvarmistukseen ja törmäystarkasteluihin
- erilaisiin simulointeihin (mm. energiasimuloinnit)

- rakennusosa- ja määrälaskentaan (L2-vaiheessa ja urakkalaskentavaiheessa)
- rakennustöiden toteutukseen

Suunnitelmat laaditaan TALO 2000 -nimikkeistöjärjestelmän ohjeita noudattaen.

Suunnittelun käynnistyessä rakennuttaja toimittaa suunnittelijoille erillisen tietomallinnusohjeen, jota tarvittaessa päivitetään suunnittelun edetessä.

Tietomallipohjaista suunnittelua edellytetään ainakin arkkitehti-, rakenne-, LVIJS -, sprinkler- ja sairaalalaitesuunnittelun osalta. Myös muiden suunnittelualojen tulee tuottaa tietomalleja mahdollisuuksien mukaisesti.

Kaikki osapuolet sitoutuvat käyttämään IFC2x3 sertifioituja mallinnusohjelmia. Ohjelmaversiota ei ilman erillistä hyväksyntää saa muuttaa kesken projektin. Jos ohjelmistojen tai versioiden vaihdosta sovitaan, on yhteensopivuus varmistettava ennen vaihtoa.

Pääsuunnittelija suorittaa hankkeessa eri suunnittelualojen tietomallien yhteensovittamisen.

Tuotettavat mallit, niiden sisältö ja käyttötarkoitus

Suunnittelusopimusta täydentävät tämän asiakirjan lisäksi tietomallintamisen tehtäväluettelot, joista ilmenevät vaaditut suunnittelualakohtaiset mallit sekä mallien käyttötarkoitus ja vastuurajaukset mallien tuottamisessa. Lisäksi tietomallintamisen tehtäväluettelosta ilmenevät tietomallintamiseen liittyvät ja mallien sisältöön vaikuttavat erityistehtävät (tarkastukset, simuloinnit, analyysit jne.) ja niiden suorittajat.

Tietomalleja käytetään hankkeessa myös määrä- ja kustannuslaskentaan, mistä johtuen malliobjektien tunnistetietoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Suunnittelijoiden määrälaskentaluettelot annetaan ns. ei-sitovina määrinä urakoitsijoiden käyttöön.

Objektit

Mallintamisessa on käytettävä ohjelmistojen objekteja niiden omaan käyttötarkoitukseen (seinät mallinnetaan seinätyökaluilla jne.). Rakennusosat, niiden tunnistetiedot ja lisämääreet tarkentuvat mallivaiheittain ja mallin käyttötarkoituksen mukaan. Rakennusosat, joille ei ole omaa objektia, mallinnetaan soveltaen. Kaikki poikkeamat on dokumentoitava malliselostuksessa.

Tietomallien laadunvarmistus

Ennen tietomallin luovutusta tarkastettavaksi suunnittelija suorittaa alkuperäismallin tarkastuksen ohjelmiston omilla välineillä ja tekee tarvittavat korjaukset.

IFC-malleina tarkastetaan:

- Alustavat rakennusosa- ja järjestelmämallit (ARK, RAK, LVIS ja SPR) sekä niiden yhdistelmämalli
- Rakennusosa- ja järjestelmämallit (ARK, RAK, LVIS ja SPR) sekä niiden yhdistelmämalli
- Rakennusosa- ja järjestelmämallien (ARK, RAK, LVIS ja SPR) toteumamallit sekä niiden yhdistelmämalli

Pääsuunnittelija vastaa tietomallien laadunvarmistuksesta ja törmäystarkasteluista. Laadunvarmistuksesta vastaava tarkastaa mallit ja raportoi havaitut ongelmat suunnittelijalle, joka korjaa alkuperäismallia. Tämän jälkeen rakennuttajan asettaman edustajan toimesta varmennetaan, että kaikki ongelmat on poistettu hyväksyttävästi.

Mikäli suunnittelijan laatimat ja tarkastettavaksi toimittamat mallit ovat keskeneräisiä ja sisältävät edellä kuvatun laadunvarmistuskierroksen jälkeenkin virheitä, vastaa suunnittelija tarvittavien lisätarkastusten kustannuksista.

Tietomallikokoukset

Hankkeen osapuolet ovat hankkeen aikana velvoitettuja osallistumaan tietomallikokouksiin, joita järjestetään suunnitteluvaiheessa noin kerran kuussa, jollei toisin sovita. Tietomallikokoukset pyritään pitämään mahdollisuuksien mukaan suunnittelukokousten yhteydessä.

Suunnittelijat julkaisevat mallit IFC-2x3-muodossa viikkoa ennen tietomallikokouksia mallien yhdistämistä ja tarkastamista varten.

Vastuut

Vastuu määräytyy KSE 1995 ehtojen mukaan, ellei toisin sovita. Suunnittelija on vastuussa toimittamiensa tietomallien ja dokumenttien laadusta.

Suunnittelija ei ole vastuussa muun osapuolen mallista tuottamien laskelmien tai muun tiedon oikeellisuudesta.

Mikäli ohjelmiston IFC-tiedonsiirtovaiheessa tai ohjelmistossa itsessään tapahtuu virheitä, nämä eivät ole sellaisenaan suunnittelijan vastuulla. Näissä tilanteissa suunnittelija on kuitenkin velvollinen raporttoimaan kaikki havaitsemansa virhetilanteet, jolloin tehdään projektikohtainen päätös asian hoitamiseksi.

Suunnittelijat eivät ole vastuussa luovutetusta mallista sen jälkeen kun siihen on muiden osapuolten taholta tehty muutoksia.

Oikeudet

Tilaajalla on käyttöoikeus malleihin KSE 95 § 6:n mukaisesti. Mikäli kohde vaihtaa omistajaa, oikeudet malleihin siirtyvät kohteen mukana.

Toteutusmallit luovutetaan urakoitsijoiden käyttöön IFC2x3-muodossa ja suunnitteluohjelman alkuperäisessä muodossa. Toteutusmalleja julkaistaan rakentamisaikana suunnitelmien julkaisemisen yhteydessä. Urakoitsijoilla on rakentamisaikana käyttöoikeus malleihin ko. hankkeessa ilman erillistä korvausta suunnittelijalle.

Mallinnusprojektin suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden oikeudesta projektin tuottaman mallinnusaineiston käyttöön esittely- ja markkinointitarkoituksiin sovitaan tapauskohtaisesti. Tilaajalla on oikeus kieltää aineiston käyttö em. tarkoituksiin. (Perkko, 2010)

Lisäksi kohtiin aikataulu ja digitalisten asiakirjojen toimitusohje tehtiin lisäyksiä.

Aikataulu

Sovitut suunnittelualakohtaiset sekä yhdistelmämallit luovutetaan suunnitteluajataulun mukaan. Rakennuttaja edellyttää, että tietomallit, 2D dwg- sekä 2D paperidokumentit ovat suunnitteluajataulun mukaisten välitavoitteiden mukaisesti aina sovitusti valmiit. Hankkeessa ei ole siis erillistä aikataulua tietomalleille ja 2D dokumenteille.

Tietomalleja luovutetaan tilaajalle ja hankkeen muille osapuolille työn aikana työn vaatimassa laajuudessa ja tiedostomuodossa ilman erillistä korvausta suunnittelijalle.

Digitalisten asiakirjojen toimitusohje

Mallit luovutetaan tilaajalle IFC2x3-muodossa, 3D dwg-muodossa sekä suunnitteluohjelman alkuperäisessä muodossa.

Mallin luovuttamisen yhteydessä siihen on liitettävä siinä käytetyt kirjastot niin, että kaikki oleellinen suunnittelutieto säilyy.

Hankkeen päättyessä tilaajalle luovutetaan lopputoteuman mukaiset ns. ”as-built”-mallit. (Perkko, 2010)

Arkkitehdille ja rakennesuunnittelijalle luotiin mallinnusvastuut ja tietosisällöt rakennusosittain eri hankevaiheille. Mallinnusvastuut tehtiin talo 2000 nimikkeistön pohjalta. (LIITE 3)

Näiden lisäksi tehtiin eri suunnittelualoille taulokot mallintamistehtävistä hankevaiheittain. Arkkitehti ja rakennepuolen tehtävät listattiin omaan taulukkoon (LIITE 4) ja talotekniikan suunnittelijoiden tehtävät omaan taulukkoon (LIITE 5).

Mallinnusvastuut sekä tietomallintamisen tehtävät koottiin eri julkaisuista sekä Senaatin ensimmäisestä tietomallintamisen ohjeesta.

Suunnittelun palkkioperusteeksi valittiin kokonaishinta. Koska hanke oli tietomallintamisen pilottikohde käytettiin suunnittelijoiden valintaperusteena pisteytysmenettelyä. Menettelyssä hinnan painoarvo oli vain 30%. Loput 70% painoitti suunnittelutyön tekijöiden koulutusta, kokemusta, referenssejä terveydenhuollon hankkeista sekä tietomallintamisesta. Lisäksi arvioitiin yrityksen referenssejä, taloutta sekä laatua. Koska tietomallintaminen oli tilaajalle vielä varsin uutta, päätettiin kohteen tarjousehtoihin lisätä vaatimus, jossa suunnittelijoilta vaadittiin referenssi vastaavan kokoisen hankkeen tietomallinnuksesta. Näin tilaaja välttyisi siltä riskiltä, että hankkeeseen valittaisiin suunnittelija, jolla ei olisi lainkaan tietomallintamiskokemusta. Tämä olisi voinut vaarantaa hankkeen aikataulut sekä laadun.

Aluksi hankkeeseen kilpailutettiin pelkästään arkkitehti tekemään ehdotussuunnittelua. Kohteen tarve- ja hankeselvitysvaihe oli valmistunut jo toiminnallisen suunnitelman pohjalta. Pari kuukautta tämän jälkeen suunnittelutiimiin lisättiin talotekniset suunnittelijat tekemään ehdotussuunnittelua.

Hankkeeseen valittiin ulkopuolinen tietomallikoordinaattori, joka lähti koordinoimaan tietomallintamista. Tietomallikoordinaattorin tehtäviksi sovittiin tietomallien tarkastelu ja yhteensovitus, mahdollisten olosuhdeanalyysien tekeminen, tietomallista tehtävien määräluetteloiden tuottaminen urakkaa varten sekä yleinen avustaminen suunnittelijoiden mahdollisissa ongelmissa.

5.3. Suunnittelu

Koko suunnitteluryhmällä oli aikaisempaa kokemusta tietomallintamisen projekteista, mutta useamman tietomallintaminen oli jäänyt pelkäksi sisäiseksi suunnitteluksi eikä tietomalleja oltu yhdistelty suunnitelmallisesti.

Arkkitehti esitti tilaajalle käyttävänsä suunnittelussa Autodesk Revitiä, rakennesuunnittelija Tekla Structures, LVI-suunnittelija Magicadia ja sähkösuunnittelija Magicadia. Kohteen törmäystarkastelussa tietomallikoordinaattori käytti Simblebim ohjelmistoa. Määrälaskentaa tehtiin Tocoman ilink ohjelmistoa ja energia analyyseja tehtiin IDA ICE ohjelmistolla.

Käytettävät ohjelmistot olivat muuten tarjouspyynnön mukaisia, mutta sähkösuunnittelijan ohjelmisto poikkeisi tarjouspyynnön määrittelyistä. Tarjouspyynnössä oli ristiriita, koska suunnitteluohjeiden mukaisesti käytettävä ohjelmisto ei pystynyt ainakaan tarjousvaiheessa tuottamaan tietomallia tarjouspyynnön mukaisesti. Koska kohteessa tietomallintaminen oli etusijalla hyväksyttiin sähkösuunnittelijan esittämä ohjelma sähkösuunnittelijan työkaluksi.

Hankkeen ehdotussuunnittelu lähti ripeasti käyntiin ja erilaisia ehdotuksia tulevasta rakennuksesta saatiin varsin nopeasti. Suunnittelun ehdotussuunnitteluvaiheessa käytettiin pääasiassa perinteisiä dwg-suunnitelmia, kun haettiin erilaisia vaihtoehtoisia ratkaisuja. Tietomallintamista vietiin kuitenkin eteenpäin koko ajan.

Ensimmäinen tietomallipalaveri tietomallikoordinaattorin johdolla pidettiin kolme kuukautta suunnittelun alkamisesta 31.5.2010. Tässä palaverissa olivat mukana arkkitehti, tilaaja sekä tietomallikoordinaattori. Kokouksessa käytiin läpi tilaajan tarpeita sekä tietomallintamisen yksityiskohtia. Palaverissa sovittiin, että myös alakatot sekä kiintokalusteet mallinnetaan. Tietomallikoordinaattori painotti myös rakenteiden täsmällistä tyypitystä. Eli esimerkiksi kaikki erilaiset seinärakenteet tulisi tyypittää eri koodeille. Näin tietomallista saataisiin täsmällisempää tietoa määrälaskentaan. Seuraavaan palaveriin osallistuisivat myös talotekniikan suunnittelijat. Suunnittelijoilta odotettiin seuraavaan kokoukseen esitystä nimikkeistöistä/tuoterakenteesta.

Määrärahasiirroista johtuen kesäkuussa 2010 hankkeen suunnitteluaikaa pidennettiin siten, että urakkavaihe alkaisi keväällä/kesällä 2011 alkuperäisen tammikuun 2011 sijaan.

Toisessa tietomallipalaverissa 18.6.2010, jossa olivat mukana kaikki suunnittelijat käytiin läpi suunnittelijoiden käyttämiä ohjelmistoja, hankkeen tiedonsiirtoa, mallien julkaisua sekä pääosin tietomallin hyödyntämistä. Tilaajahan oli ennen projektin alkua ottanut kunnianhimoiseksi päämääräksi sen, että tietomallia käytettäisiin suoraan urakkalaskennan määrinä. Palaverissa sovittiin, että ensimmäinen yhteensovitus tehtäisiin, kunhan hankkeen lopullinen laajuus selviäisi.

Ksäkuussa 2010 lukittiin ensimmäisen kerroksen pohja.

Heinäkuussa 2010 tilaaja muutti hankkeen tilaohjelmaa siten, että uusi sairaskertomuskeskus sijoituisi myös O-rakennukseen. Tämä kasvatti rakennuksen kerrosluvun kolmeen.

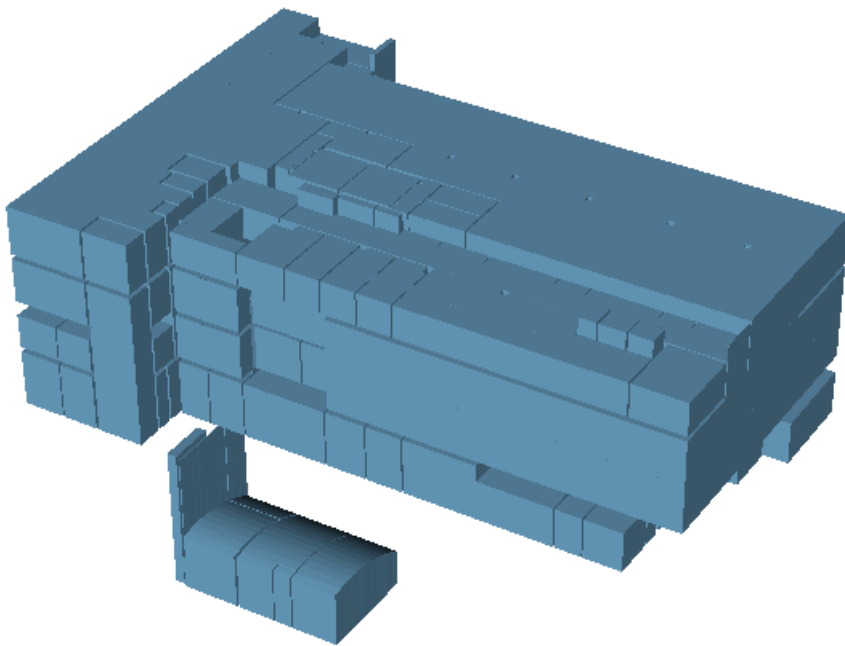
Syksyllä 2010 sairaanhoitopiiri rupesi käymään neuvotteluita ruumiinavaustoiminnan keskittämisestä Tampereelle. Rakennukseen esitettiin tehtävän vielä yksi lisäkerros

mahdollista obduktion laajentamista varten. Ensimmäisissä suunnitelmissa rakennuksessa oli neljä kerrosta, mutta pian se päätettiin tiputtaa kolmeen.

Loppuvuodesta 2010 obduktiotoiminnan keskittämisestä ei oltu tehty päätöstä. Suunnittelua päätettiin jatkaa siten, että toinen kerros voitaisiin toteuttaa raakatilana tai toimistona. Tämä kerros saataisiin mahdollisesti muutettua obduktion käyttöön tarpeen vaatiessa.

Arkkitehti rupesi käymään neuvotteluja rakennusvalvonnan ja kaavoituksen kanssa mahdollisesta poikkeusluvasta, koska asemakaava mahdollisti vain kaksikerroksisen rakennuksen rakentamisen rakennuksen paikalle.

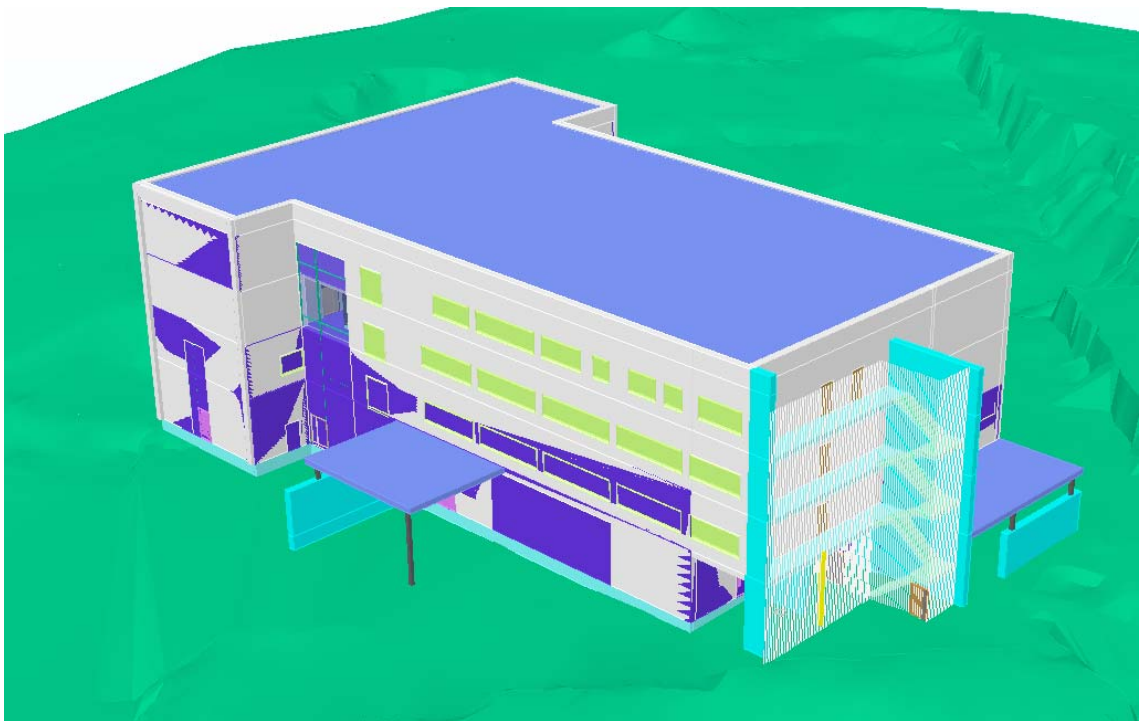
Tilaja ilmoitti tässä vaiheessa myös, että ITU-kehityshanke on tuomassa esitystä sairaanhoitopiirin johdolle mahdollisista koulutusjärjestelyistä. Tämä voisi lisätä hankkeen kokoa entuudestaan.



Kuva 9. Obduktion tilamalli. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)

Tässä vaiheessa oli kulunut noin vuosi suunnittelun aloituksesta ja hankkeen lopullinen laajuus ei vieläkään ollut tiedossa. Oltiin ajautunut tilanteeseen, että lähes kaikkia suunnitteluvaiheita tehtiin samanaikaisesti. Koko rakennuksen laajuutta mietittiin vielä, kun taas ensimmäisen kerroksen tiloja suunniteltiin yleissuunnitteluna. Suunnittelua tehtiin koko ajan tietomallintamalla, mutta hankkeen laajuuden muutokset tekivät koko suunnitteluprosessista erittäin sekavan. Lopulta ensimmäiset tietomallit saatiin kasaan ja sovittiin ensimmäinen tietomallien yhteensovitus pidettäväksi 21.1.2011.

Ensimmäisessä tietomallien yhteensovituksessa suurin ongelma paljastui origosta. Vaikka origo oli selvästi määritelty suunnittelun alussa ei rakennesuunnittelijan origo ollut oikeassa paikassa. Ongelmaksi paljastui Teklan ohjelmisto, joka ei sijoittanut origoa oikein. Ohjelma ei siis toiminut oikein, kun maailma koordinaatiston origo oli kaukana ohjelman origosta. Teklaan oltiin yhteydessä ongelmasta, mutta nopeaa muutosta ohjelmaan ei ollut tiedossa. Joten tämän hankkeen ongelman korjasi tietomallikoordinaattori, joka jatkossa siirsi rakennesuunnittelijan IFC-tiedoston manuaalisesti oikealle paikalle. Muuten tietomallin yhdistäminen onnistui hyvin ja suunnittelijat saivat kehuja tietomallikoordinaattorilta hyvästä tietomallista.

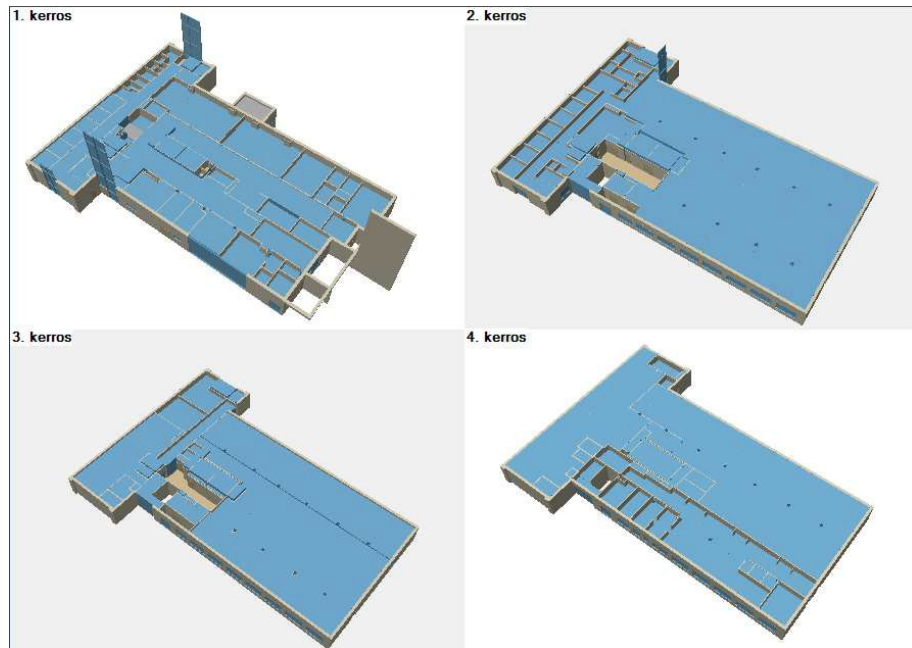


Kuva 10. Ensimmäinen yhdistelmämalli. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)

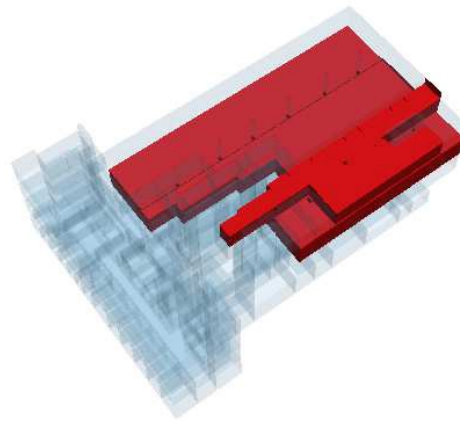
Maaliskuussa 2011 tilaaja päätti, että välikerrokset irroitettaisiin erillisiksi suunnitteluosioiksi. Hanke kilpailutettaisiin siten, että välikerrokset olisivat raakatiloina.

Toinen arkkitehdin tietomallin tarkastus tehtiin 26.4.2011. Tietomallikoordinaattori teki mallista seuraavia havaintoja:

Tietomalli oli kokonaisuudessaan hyvä, jossa kaikki käyttötarkoitukseen olennainen on mallinnettu. Rakennetyypit olivat hyviä.



Kuva 11. Rakennuksen neljä kerrosta voitaisiin simuloida energia-analyysiohjelmilla. 0.kerros oli maan alla. Tilat joihin oli mallinnettu alakatto rajoittuivat siihen, muissa tiloissa välipohjaan. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)



Kuva 12. Mallista löytyi tiloja joilla ei ollut pinta-alaa, eikä tilavuutta. Tämä johtui osittain siitä, että osa tiloista oli raakatilana. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)

Tilaohjelmaa ei voitu tarkistaa, koska tilaohjelmaa ei vielä ollut. Tilat oli nimetty johdonmukaisesti.

Suunnittelu jatkui ja poikkeuslupahakemus kaavoitusyksikköön jätettiin 6.6.2011. Tietomallikoordinaattori laski alustavan osamääräluettelon arkkitehdin tietomallista 7.6.2011. Urakkalaskentaa varten suunnitelmat valmistuisivat kesäkuussa.

Tilaaja siirsi urakkalaskentavaihetta vielä kerran, koska ITU-koulutuskeskuksen sekä patologian tilantarpeet alkoivat selvitä. Laskenta-aineisto tulisi olla valmis 15.11.2011. Rakennuksen tulisi olla käyttökunnossa 15.4.2013.

Viimeinen tietomallien yhteensovituspalaveri pidettiin 26.1.2012. Kaikkien suunnittelualojen tietomalleja ei vielä kukaan saatu tarkasteluun. Sairaalamaitteiden sekä putkipostin tietomallit eivät olleet oikeassa koordinaatistossa. Lisäksi sprinkler suunnittelun tietomallia ei oltu saatu ajoissa. Tietomallikoordinaattori oli muokannut osamalleja tietomallitiedostojen keventämiseksi sekä törmäilyjen havainnollistamiseksi. Rakenneseosia oli myös ryhmitelty uudestaan. Palaverissa sovittiin, että päivitetty ja korjatut tietomallit toimitettaisiin tietomallikoordinaattorille viimeistään 15.2.2012 seuraavaa yhteensovitusta varten.

Kokonaisurakoitsija aloitti työt kohteessa 15.3.2012.

Seuraava tietomallipalaveri pidettiin huhtikuussa. Tässä palaverissa oli mukana myös kokonaisurakoitsijan edustajat. Tietomallikoordinaattori teki yhteenvedon törmäyksien kehityksestä suunnittelun loppuvaiheessa.

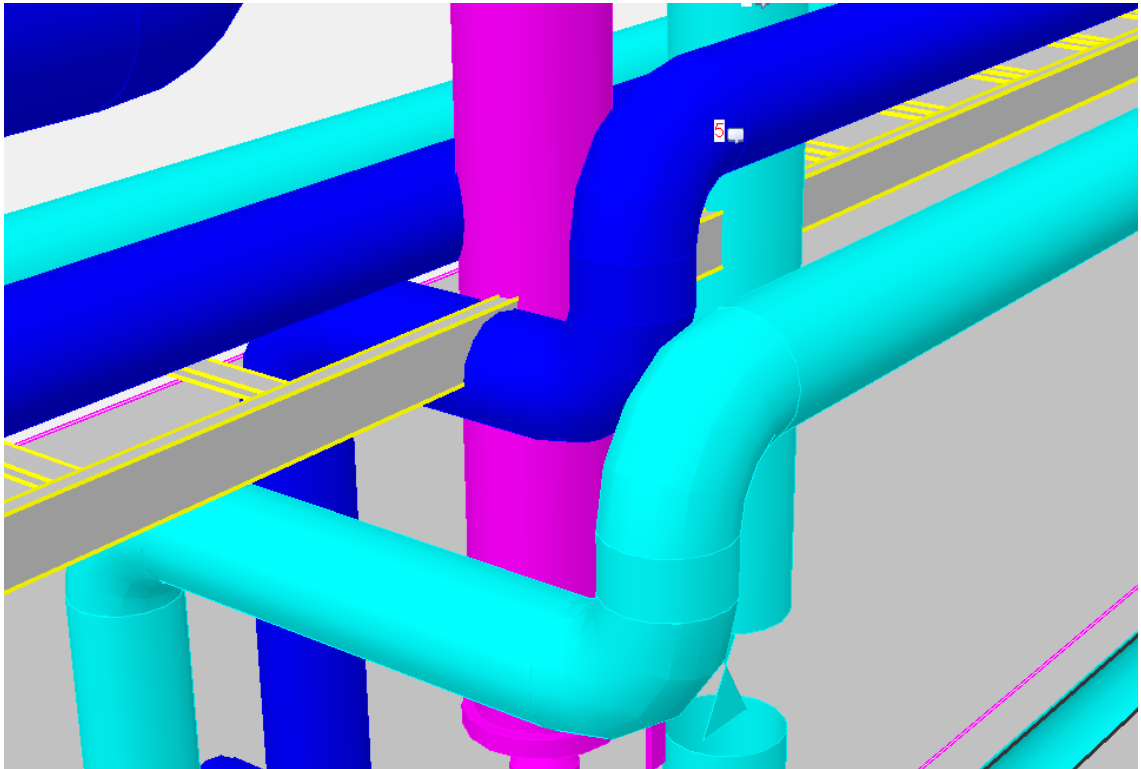
Törmäystarkastelu	PSHP_O 120125.tbp		PSHP_O 120222.tbp		PSHP_O 120413.t	
	Törmäyk siä [kpl]	Törmäysry hmiä [kpl]	Törmäyk siä [kpl]	Törmäysry hmiä [kpl]	Törmäyks iä [kpl]	Törmäysry hmiä [kpl]
RAK vs. IV	44	26	37	18	48	18
RAK vs. K	9	2	10	3	9	2
RAK vs. LJ	8	4	17	5	6	4
RAK vs. S	9	8	17	9	5	3
RAK vs. SPR	38	12	37	13	47	5
RAK vs. VV	44	15	79	19	61	18
RAK vs. PPJ	0	0	0	0	1	1
RAK vs. KLS	-	-	23	3	13	3

Taulukko 1. Törmäysten kehittyminen. (Capiiso Oy)

Palaverissa sovittiin että suunnittelijat korjaavat törmäykset oleellisilta osin. Palaverissa keskusteltiin myös tietomallin käytöstä työmaalla. Tältä osin sovittiin että tietomallia ei käytetä määrälaskentaan eikä mittojen ottamiseen. Työmaalla tietomallia sovittiin käytettävän havainnollistavana välineenä asennusten ja työvaiheiden suunnittelussa.

Työmaa voisi ottaa tietomallista mittoja, mutta vain omalla vastuulla. Varsinaiset mittakuvat tulisi tilata suunnittelijoilta.

Lisäksi palaverin jälkeen tilaaja päätti, että tietomallia päivitetään vain merkittäviltä osin, eli kokonaisvaltainen tietomallintaminen lopetettiin. Tietomallipalavereja pidettäisiin urakkavaiheen puolessavälissä sekä luovutusvaiheessa.



Kuva 13. Talotekniikan törmäilyjä 14.4.2014. (O-rakennuksen yhdistelmämalli)

Kohteesta tehtiin energiasimulointeja, joilla vertailtiin eri rakennusosien energiakustannuksia niiden hankintakustannuksiin. Taloudellisesti eristeiden määrien kasvattamista ei voitu suositella. Lisäksi simuloinneilla todettiin se, että hankkeen toiminnan laatu oli tärkeämpää kuin energiansäästö. Rakennus poikkesi normaalista rakennuksesta esimerkiksi ilmamäärien suhteessa niin rajusti että suurimmat energiansäästöt voitaisiin toteuttaa ilmanvaihdon lämmöntalteenoton tehostamisella.

Visualisointeja tehtiin rakennuksen ulkopuolelta tilaajalle sekä rakennusvalvonnalle. Lisäksi kappelista tehtiin visualisointeja käyttäjälle.



Kuva 14. Visualisointi kappelista. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)



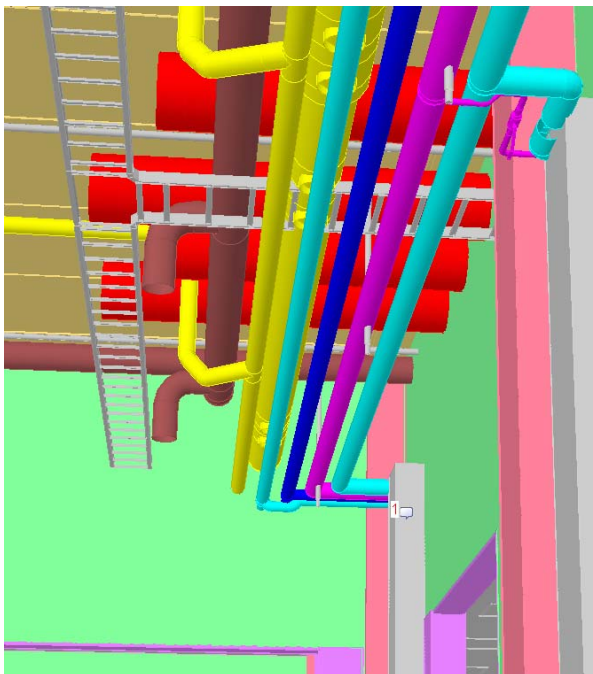
Kuva 15. Valokuva valmiista kappelista. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)

5.4. Työmaa-aikainen suunnittelu

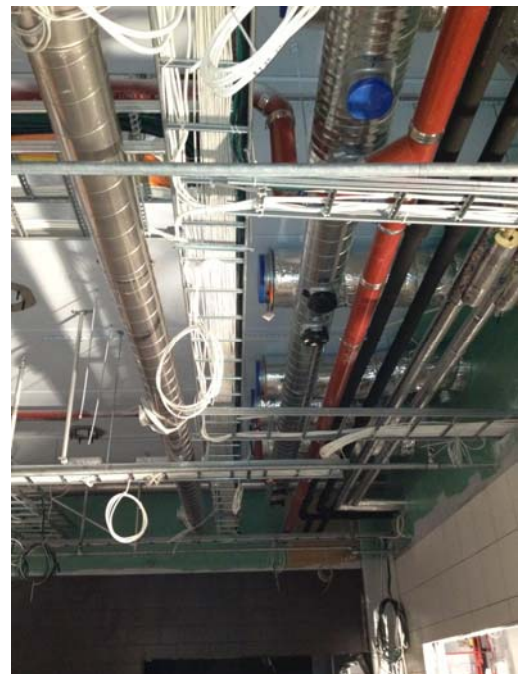
Kohteeseen valitulla urakoitsijan työmaa henkilöstöllä ei ollut aiempaa kokemusta tietomallien käytöstä urakka-aikana. Tästä johtuen suunnittelijat esittelivät urakan alussa tietomallia urakoitsijan henkilöstölle sekä tietomallikoordinaattori näytti kuinka ilmaisia katseluohjelmia käytetään.

Suunnittelijoiden avustuksesta huolimatta tietomallin käyttö jäi urakka-aikana vain suunnittelijoiden väliseksi työkaluksi. Työmaalla tietomallia katseltiin joskus suunnittelijoiden avustuksella, mutta työmaa henkilöiden itsenäinen mallin tarkastelu jäi olemattomaksi. Työmaalla tietomallin käyttö näkyi siis vain tulosteina, jotka oltiin tulostettu eri suunnittelijoiden tietomalleista.

Tietomallin vähäinen käyttö näkyi loppuvaiheessa urakkaa, jossa vaativan hankkeen taloteknisten asennusten kolmiulotteisuus ei näkynyt perinteisistä suunnitelmista vaan joitakin järjestelmän osia jouduttiin purkamaan väärän asennusjärjestyksen takia. Tältäkin oltaisiin välttytty, jos tietomallia oltaisiin käytetty työmaalla järjestelmällisesti ja asennukset olisi voitu toteuttaa suunnittelijan suunnitelman mukaisesti. Parempi lopputulos olisi saavutettu, jos perinteisiä dokumentteja olisi luettu yhdessä tietomallin kanssa. Näin asentajat olisivat havainnollistaneet paremmin kolmiulotteisuuteen.



Kuva 16. Yhdistelmämallikuva talotekniikan asennuksista. (O-rakennuksen yhdistelmämalli)



Kuva 17. Valokuva asennuksista. (Insinööritoimisto AX-LVI Oy)

6. YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena oli tehdä TAYS:lle uudet tietomallintamisen suunnitteluohjeet sekä pilottihankkeessa selvittää tietomallintamisen kokemuksia. Tässä luvussa suoritetaan arvio tutkimuksen onnistumiselle tilaajan sekä työntekijän näkökulmasta.

6.1. Tutkimuksen aikataulu sekä laajuus

Hankkeen lopullinen laajuus oli 4766 brm2. Laajuus oli lopulta siis kaksinkertainen hankkeen aloitukseen nähden. Hankkeen kokonaisaika venyi 42 kuukauteen alkuperäisen 24 kuukauden sijasta. Suunnitteluun tuosta ajasta käytettiin 22 kuukautta. Hankkeen haastavuutta kuvaa hyvin se, että vuoden päästä suunnittelun aloituksesta ei vieläkään tiedetty hankkeen lopullista laajuutta. Rakennukseen oli hankkeen alussa suunniteltu kaksi kerrosta ja yksi toimija eli patologian ja oikeuslääketieteen laitos. Valmistuneessa rakennuksessa oli neljä kerrosta sekä toimijoita kolme eli patologian ja oikeuslääketieteen laitos, ITU-koulutuskeskus sekä potilastietoarkisto.

TAYS O-RAKENNUS, HANKKEEN LAAJUUSKEHITYS 2010-2013											
luonnosten pvm	krsluku	yhteensä	tunnelitaso	0.krs	1.kerros	2.kerros	3.kerros	4.kerros			
		brm2	brm2	brm2	brm2 toiminto	bmr2 toiminto	bmr2 toiminto	brm2 toiminto	brm2	toiminto	
sopimus											
22.3.2010		1900									
rakennusta suunniteltiin aluksi 1-2-kerroksisina (laajuus tilaohjelman mukaan), sis.obduktio+opiskelijoiden tiloja											
	2	1900									
elokuu 2010:											
sairauskertomuskeskus lisätään											
30.8.2010	3	3564	64		1434 obduktio	1406 obd+arkisto	660 ivkh				
obduktiutilojen laajentaminen kahteen kerrokseen + arkisto											
10.9.2010	4	5131	64		1455 obduktio	1455 obduktio	1427 arkisto	730 ivkh			
25.10.2010	3	3812	120		1455 obduktio	1483 arkisto	754 ivkh				
tutkittiin obduktion laajennusvarausta, joka jätettäisiin aluksi raakatilaksi											
19.11.2010	4	6023	120		1454 obduktio	1483 obd+raakatilaa	1483 ivkh+raakatilaa	1483 arkisto			
4.1.2011	4	6016	120		1453 obduktio	1481 obd+raakatilaa	1481 ivkh+raakatilaa	1481 arkisto			
14.3.2011	4	6016	120		1453 obduktio	1481 obd+toimistoja	1481 toimistoja	1481 arkisto			
poikkeamislupa											
31.5.2011	4	6073		200	1445	1476 obd+raakatilaa	1476 ivkh+raakatilaa	1476 arkisto			
rakennuslupahakemus											
10.6.2011	4	6073		200	1445	1476 obd+raakatilaa	1476 ivkh+raakatilaa	1476 arkisto			
rakennuslupa muutos, itu-keskus lisätty											
15.11.2011	3	4646		249	1445 obduktio	1476 obd+itu-keskus	1476 arkisto, ivkh				

Taulukko 2. Arkkitehdin kooste hankkeen laajuuskehityksestä vuosina 2010-2013. (Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy)

Hankkeen laajuuden muutokset kesken suunnittelua vaikuttivat olennaisesti tietomallintamiseen niin kuin koko suunnitteluun. Hankesuunnitteluvaiheen venyminen vaikutti koko hankkeen aikatauluihin ja lyhensi varsinaisen rakennussuunnittelun aikaa. Suunnitteluajan lyhentymisen vaikutti olennaisesti suunnitelmien yhteensovitus aikaan. Suunnitelmat saatiin valmiiksi ajallaan, mutta yhteensovitukseen varattu aika jäi vähäiseksi. Näitä ongelmia suunnittelijat kuitenkin saivat ratkaistua hyvällä yhteistyöllä.

6.2. Paraniko suunnittelun laatu

Koko hankkeen kannalta olisi ollut hyväksi, että tarvittavat päätökset hankkeen laajuudesta olisi saatu aiemmin. Suunnittelijat joituivat pohtimaan ratkaisuja vähäisillä lähtötiedoilla.

Tietomallintamisen oletettavasti suurin hyöty saatiin vaativien taloteknisten järjestelmien yhteensovittamisesta. Tietomallikoordinaattori havaitsi tietomallin yhteensovituksessa oleelliset törmäilyt, jotka suunnittelijat ratkaisivat jo suunnitteluvaiheessa. Monet ahtaat paikat olisivat mahdollisesti jääneet työmaan ratkaistavaksi, jos suunnittelutyö olisi tehty ilman tietomallia. Oleellista lopputuloksen onnistumiseksi on kuitenkin, että työmaa toteuttaa urakan suunnitelmien mukaisesti.

Tietomallintamisen ohjelmistot eivät täysin vielä toimi yhtenäisesti ja tiedonsiirrossa esiintyy ongelmia, jotka eivät kuitenkaan ole kriittisiä oikein ratkaistuin.

6.3. Arvo tutkimuksen tilaajalle

Tilaaja sai uudet tietomallintamisen suunnitteluohjeet, jotka sisältävät myös tietomallintamisen tehtäväluettelot sekä mallintamisvastuut.

Tilaaja sai tutkimuksesta tietoa tietomallintamalla tehdyn suunnittelun hyödyistä sekä pullonkauloista. Tietoa olisi saatu varmasti enemmän jos hankkeeksi olisi valittu hanke, jonka tilaohjelma ja aikataulu olisi pystytty lukitsemaan aiemmin. Kyseisessä hankkeessa tietomallintamisen arviointi jäi taka-alalle, koska tilaaja joutui keskittymään enemmän hankkeen laajuuden muutoksiin sekä sen viemiseen lävitse muuttuneessa aikataulussa sekä laajuudessa. Lisäksi tilaajan henkilöstömuutokset vaikeuttivat hankkeen kokonaisuuden hallintaa.

O-rakennuksen suunnittelu oli vaativa prosessi, josta selviäminen ilman tietomallintamista olisi todennäköisesti johtanut huonompaan lopputulokseen sekä suurempiin kustannuksiin varsinkin työmaavaiheessa. Erilaisten taloteknisten järjestelmien yhteensovitus hoitui varsin hyvin tietomallipohjaisesti pieniä ongelmia lukuunottamatta. Tietomallikoordinaattori toi oman panoksensa suunnitteluun erityisesti suunnittelun alkuvaiheessa.

Hankkeen toteutussuunnittelun loppuvaiheilla tietomallintaminen koki notkahduksen, kun tilaaja päätti lopettaa kokonaisvaltaisen tietomallintamisen. Tilaaja päätti, että tietomallia päivitettäisiin vain olleellisilta osin. Myös tietomallikoordinointi loppui. Tämä johti siihen, että tietomallintaminen jatkui, mutta sen hyödyntäminen oli enemmänkin suunnittelijoiden vastuulla.

Jos tilaaja olisi vienyt tietomallintamisen kokonaisuudessaan hankkeen loppuun asti, olisi siitä varmasti saatu lisää kokemuksia. Hankkeen laajuuden muutokset ajoivat siihen, että hankkeen urakkavaihetta ei kilpailutettu tietomallista saaduilla määräluetteloilla. Tämä oli varmasti oikea ratkaisu, mutta jos näin olisi pystytty tekemään olisi tietomallin tarkkuudesta saatu enemmän tietoa.

Energiasimuloinneista saatujen tulosten perusteella tilaaja käytti erityisen paljon huomiota ilmanvaihdon lämmön talteenoton suunnitteluun sekä hankintaan, joka paransi kohteen energiankulutusta kustannustehokkaasti.

Vaikka hankkeen suunnittelu oli vähintäänkin haastavaa on hanke saanut huomiota eri medioissa. Lopputulosta on kehuttu hyväksi ja varsinkin käyttäjät ovat olleet lopputulokseen varsin tyytyväisiä.

6.4. Tutkimuksen arvo sen tekijälle

Tietomallintaminen oli tutkimuksen tekijälle varsin uutta ennen tutkimuksen aloitusta. Tutkimus johdatti tutkimuksen tekijän varsin hyvin tietomallintamisen nykytilaan ruusuineen sekä risuineen. Tekijä sai hyvää kokemusta hankkeesta, jossa tietomallintaminen kilpailutettiin yleisen hankintalain puitteissa.

Tietomallintamiseen käytetyt ohjelmistot ja niiden yhteensopivuus selvisi hyvin. Hyvä on kuitenkin muistaa, että suunnittelussa käytettiin vain pientä osaa tietomallintamisen ohjelmistoista ja muiden ohjelmistojen yhteensopivuudesta ei saatu kokemuksia.

Tietomallikoordinoinnin käyttö tietomallintamishankkeissa on erittäin suotavaa. On tietomallikoordinaattori sitten kuka tahansa, jos hän on tehtäviensä tasalla, niin hän tuo hankkeeseen paljon tietoa sekä ratkoo ongelmia, joita varmasti tulee eteen suunnittelun edetessä. Huomioitavaa on, että tietomallikoordinointi on paljon muuta kuin mallien yhteensovittamista. Tietomallintamalla tehtyjen hankkeiden suuri tieto- sekä tiedostomäärä vaatii osaamista varsin paljon. Tietomallikoordinointiin tulee siis panostaa, että tietomallintamalla tehdystä suunnittelusta saadaan varmasti kaikki hyöty irti aina suunnittelun alusta koko rakennuksen elinkaarelle.

Suurimmaksi opetuksiksi tuli oikeiden päätösten tekeminen oikea-aikaisesti. Hankkeet kokevat useasti muutoksia kesken suunnitteluprosessin, mutta oleellista on kuinka suuria muutokset ovat. Hanke kestää muutokset, jos niitä ei tule useita ja suunnittelijoille annetaan mahdollisuus sopeuttaa resurssinsa näihin.

Haasteita tietomallintamisen johtamiseen jää. Tietomallintaminen tarvitsee uusia toimintamalleja, joissa pitää ottaa kantaa mm. seuraaviin asioihin:

- kriittisten päätöksentekopisteiden tunnistaminen
- tarkkuustasojen määrittäminen
- helpon tiedonkulun mahdollistaminen, sekä suurien tiedostomäärien hallinta
- koko elinkaaren hallinta

Mutta tosiasia on, että tietomallintaminen on tullut jäädäkseen ja vanha 2D-suunnittelu jää taka-alalle niinkuin aikoinaan jäi kynäpiirustus. Aika vain näyttää kuinka nopeasti kaikki tapahtuu.

LÄHTEET

ArchiCAD. [WWW]. <http://www.graphisoft.com/archicad/>

Arkkitehtitoimisto Tähti-Set Oy. O-rakennuksen suunnitelmat ja kuvat.

AutoCad Revit. [WWW]. <http://www.autodesk.fi/>

Cad-Q. [WWW]. <http://www.cad-q.com/fi/tuotteet/tuotteet/cadie>

Cads. [WWW]. <http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/>

Capisso Oy. O-rakennuksen tietomalliraportti.

Insinööritoimisto AX-LVI Oy. O-rakennuksen kuva.

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2004. Rakennuttaminen. 2. painos. Tampere, Rakennustieto Oy.

MagiCAD. [WWW]. <http://www.magicad.com/fi>

Niemioja, S. 2005. 3. painos. [WWW].
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_tuotemalliohje_ark_elokuu_2005.pdf

Oikeusministeriö. L 30.3.2007/348. Laki julkisista hankinnoista.

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemenoja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, yleiset periaatteet. Tampere, Rakennustieto Oy.

Perkko, S. 2010. Obduktion uudisrakennus - suunnitteluohje. Tampere, PSHP.

RIL. [WWW]. <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

RT 10–10387. Talonrakennushankkeen kulku. 1989. Helsinki, Rakennustieto Oy.

RT 10-11066. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. Helsinki, Rakennustieto

RT 10-11071. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus. Helsinki, Rakennustieto

RT 10-11072. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 7. Määrälaskenta. Helsinki, Rakennustieto

RT 10-11073. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 8. Mallien käyttö Havainnollistamisessa. Helsinki, Rakennustieto

RT 10-11076. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. Helsinki, Rakennustieto

RT 10-11078. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. Helsinki, Rakennustieto

Suunnittelutoimisto Saircon Oy. O-rakennuksen suunnitelmat.

Solibri. [WWW]. <http://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/>

Tampereen museoiden kuva-arkisto. [WWW].
<http://www15.uta.fi/koskivoimaa/vuodet/1958/1958.htm>

TAYS. 2009. Ohje toiminnallisen suunnitelman tekemiseksi. Tampere, PSHP.

Tekla. [WWW]. <http://www.tekla.com/fi>

LIITTEET

Liite 1. TAYS investointihankkeiden toteuttaminen

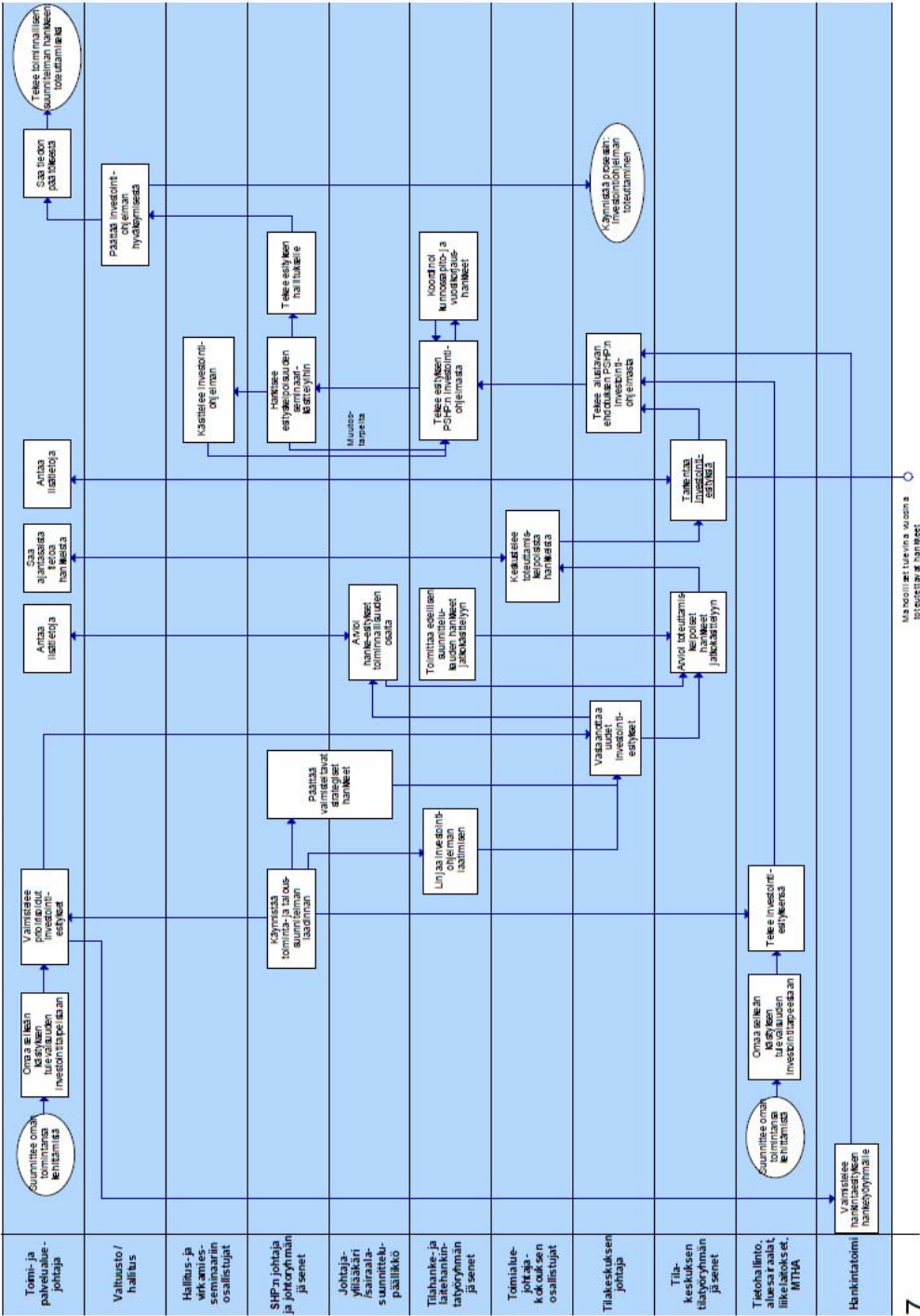
Liite 2. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallinnusvastuut

Liite 3. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tehtäväluettelo

Liite 4. Talotekniikan tehtäväluettelo

Liite 1. TAYS investointihankkeiden tuottaminen

Investointiohjelman tuottaminen



7.11.07

Liite 2. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallintamisvastuut

Mallinnusvastuu rakennusosittain (ARK/RAK) sekä							8.9.2010
tietosisältö suunnittelun edetessä							1(2)
(Talo 2000-Hankenimikkeistö)							
		ARK-MALLI	RAK-MALLI	L2-VAIHE	URAKKALASKENTA	HANKINTAVAIHE	TOTEUTUSVAIHE
1.1.	ALUEOSAT						
1.1.1	Kaivannot ja täytöt						
1.1.1.2	Maa -ja kalliokaivannot		x		x	x	x
1.1.2.	Tuennat ja vahvistukset						
1.1.2.1	Paalut		x		x	x	x
1.2.	TALO-OSAT						
1.2.1.	Perustukset						
1.2.1.1	Anturat		x		x	x	x
1.2.1.2	Perusmuurit, peruspilarit ja -palkit		x		x	x	x
1.2.2	Alapohjat						
1.2.2.1	Alapohjalaatat	x	x		x	x	x
1.2.2.2	Alapohjakanaalit		x		x	x	x
1.2.2.3	Erityiset alapohjat		x		x	x	x
1.2.3	Runko						
1.2.3.1	Väestönsuojat	x	x		x	x	x
1.2.3.2	Kantavat seinät	x	x		x	x	x
1.2.3.3	Pilarit	x	x		x	x	x
1.2.3.4	Palkit	x	x		x	x	x
	- kantavat pystyrakenteet	x	x		x	x	x
	- kantavat liittorakenteet	x	x		x	x	x
1.2.3.5	Välipohjat	x	x		x	x	x
1.2.3.6	Yläpohjat	x	x		x	x	x
1.2.3.7	Runkoportaat	x			x	x	x
1.2.3.8	Erityiset runkorakenteet		x		x	x	x
1.2.4	Julkisivut						
1.2.4.1	Ulkoseinät	x	x		x	x	x
1.2.4.2	Ikkunat	x			x	x	x
1.2.4.3	Ulko-ovet	x			x	x	x
1.2.4.4	Julkisivuvarusteet	x			x	x	x
1.2.4.5	Erityiset julkisivurakenteet		x		x	x	x
1.2.5	Ulkotasot						
1.2.5.1	Parvekkeet	x	x		x	x	x
1.2.5.2	Katokset	x	x		x	x	x
1.2.5.3	Erityiset ulkotasot		x		x	x	x
1.2.6	Vesikatot						
1.2.6.1	Vesikattorakenteet	x	x		x	x	x
1.2.6.2	Räystäsrakenteet		x		x	x	x
1.2.6.3	Vesikatteet	x			x	x	x
1.2.6.4	Vesikattovarusteet	x			x	x	x
1.2.6.5	Lasikattorakenteet	x			x	x	x
1.2.6.6	Kattoikkunat -ja luukut	x			x	x	x
1.2.6.7	Erityiset vesikattorakenteet	x			x	x	x

Liite 3. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tietomallintamisen tehtäväluettelo

Tietomallintamisen tehtäväluettelo

Sivu 1 (2)

	Järjestelmäkokonaisuudet		ARK JA RAK TIETOMALLINTAMISEN TEHTÄVÄLUETTELO	
Raken-	ARK	RAK	SISÄLLYSLUETTELO	
nuttaja				
			0	TOIMIMINEN MALLIMANAGERINA
	x		0.1	Yhdistelmämallin laatiminen
	x		0.2	Yhdistelmämallin tarkastaminen
	x		0.3	Yhdistelmämallin visualisoinnit
			1	TARVE- JA HANKESELVITYS
	x		1.1	Alustavan vaatimusmallin laatiminen
				-taulukkomuotoinen tilaohjelmaluonnos
				- tilaajan ja käyttäjän tavoitteet
				- ympäristö- ja elinkaaritavoitteet
				- aikataulu- ja kustannustavoitteet
			2	HANKESUUNNITTELU
	x	x	2.1	vaatimusmallin laatiminen
			2.2	Olemassaolevan rakennuksen inventointimallin laatiminen
	x		2.3	Tontin inventointimallin laatiminen
	x		2.4	Alustavan tilaryhmämallin laatiminen
	x		2.5	Alustavan tietomallipohjaisen tontinkäyttösuunnitelman laatiminen
	x		2.6	Alustavien massoitteuratkaisuiden laatiminen
x			2.7	Tilapohjaisen kustannusarvion laatiminen
	x		2.8	Alustavat visualisoinnit
			3	EHDOTUSSUUNNITTELU (L1)
	x		3.1	Vaihtoehtoisten tilaryhmä -ja massoitteuratkaisuiden laatiminen
	x		3.2	Tilaryhmämallin laatiminen
	x		3.3	Tonttimallin laatiminen: liittyminen tonttiin ja ympäristöön
	x		3.4	Tavoitevertailut tilaryhmämallista
				- laajuustarkastelut
				- toiminallisuus
	x		3.5	Tilamallin laatiminen
	x	x	3.6	Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
	x		3.7	Visualisoinnit
	x		3.8	Tavoitevertailut tilamallista
				- laajuustarkastelut
				- toiminallisuus
x			3.9	Tilapohjaisen kustannusarvion laatiminen/tarkentaminen
	x	x	3.10	Vaatimusmallin ylläpitäminen
			4	LUONNOSUUNNITTELU
	x	x	4.1	Alustavan rakennusosamallin laatiminen
x			4.2	Tilapohjaisen kustannusarvion laatiminen/ tarkentaminen
	x	x	4.3	Alustava tietomallipohjainen määrälaskenta
x			4.4	Alustava tietomallipohjainen kustannuslaskenta
	x		4.5	Tonttimallin tarkentaminen
	x	x	4.6	Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
	x		4.7	Visualisoinnit
	x		4.8	Animaatio (koko rakennus)
			4.9	4D-simuloinnit
			4.10	Virtuaaliympäristö (täydennetty todellisuus)

							Sivu 2 (2)
	Järjestelmäkokonaisuudet						
Raken-	ARK	RAK					
nuttaja							
x	x		4.11	Toiminnalliset analyysit			
x	x	x	4.12	Tavoiteverailut			
	x	x	4.13	Vaatimusmallin ylläpitäminen			
			5	TOTEUTUSSUUNNITTELU			
	x		5.1	Tonttimallin (laskenta) laatiminen			
	x	x	5.2	Rakenennusosamallin (laskenta) laatiminen			
	x	x	5.3	Tietomallipohjaiset määräluettelot (laskenta)			
x			5.4	Kustannusarvion tarkentaminen			
	x	x	5.5	Rakennusosamallin (toteutus) laatiminen			
	x		5.6	Tonttimallin (toteutus) laatiminen			
	x	x	5.7	Tietomallipohjaiset määräluettelot (toteutus)			
	x	x	5.8	Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen			
	x		5.9	Visualisoinnit			
	x		5.10	Animaatio (koko rakennus)			
			5.11	4D-simuloinnit			
			5.12	Virtuaaliympäristö (täydennetty todellisuus)			
	x		5.13	Toiminnalliset analyysit			
x	x	x	5.14	Tavoitevertailut			
	x	x	5.15	Vaatimusmallin ylläpitäminen			
			6	RAKENNUSAIKAISET TEHTÄVÄT			
	x	x	6.1	Suunnitelmamuutoksien määrälaskenta			
	x	x	6.2	Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen työmaalla			
			6.3	Visualisointi			
			6.4	4D-mallin laatiminen ja ylläpitäminen			
	x	x	6.5	Toteumamallin laatiminen			
x	x	x	6.6	Tavoitevertailut			
	x	x	6.7	Vaatimusmallin ylläpitäminen			
			7	KÄYTTÖÖNOTTOON LIITTYVÄT TEHTÄVÄT			
	x		7.1	Rakennuksen käytön ja huollon havainnollistamiseen liittyvät mallit			
				- huolto -ja ylläpitotoiminnan vyöhyketietoja			
				- paikannus -ja karttatietoja			
				- vuokraustietoja			
				- käyttäjän toimintaan liittyviä tietoja			
				- muut			
			7.2	Ylläpitomallin ylläpitäminen			
			8	ERILLISTEHTÄVÄT			
			8.1	Palosimuloinnit			

Liite 4. Talotekniikan tehtäväluettelo

Tietomallintamisen tehtäväluettelo								Sivu 1 (2)	
Raken- nuttaja	Järjestelmäkokonaisuudet							TALOTEKNIIKAN TIETOMALLINTAMISEN	
	ARK	LVI	SÄH	TJÄ		SPR		TEHTÄVÄLUETTELO	
				RAU	TEL			SISÄLLYSLUETTELO	
								0 TOIMIMINEN MALLIMANAGERINA	
	x							0.1 Yhdistelmämallin laatiminen	
	x							0.2 Yhdistelmämallin tarkastaminen	
	x							0.3 Yhdistelmämallin visualisoinnit	
								1 TARVE- JA HANKESELVITYS	
	x							1.1 Alustavan talotekniikan vaatimusmallin laatiminen	
								- järjestelmätarpeet	
								- tilaajan ja käyttäjän vaatimukset	
								- ympäristö- ja elinkaarivaatimukset	
								2 HANKESUUNNITTELU	
								2.1 Talotekniikan vaatimusmallin laatiminen	
								2.2 Tilapohjaisen kustannusarvion laatiminen	
								2.3 Alustavat elinkaarikustannusten analyysit (LCC)	
								2.4 Alustavat ympäristövaikutusanalyysit (LCA)	
								3 EHDOTUSSUUNNITTELU (L1)	
		x	x				x	3.1 Alustavan tilavarausmallin laatiminen	
		x	x				x	3.2 Tyyppitilojen talotekniikan mallintaminen	
		x	x					3.3 Alustavat energia-analyysit	
		x						3.4 Alustavat olosuhdeanalyysit	
								3.5 Alustavat virtaussimuloinnit (CFD)	
								3.6 Alustavat valaistusvisualisoinnit ja -laskelmat	
		x	x					3.7 Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen	
x		x	x				x	3.8 Tavoitevertailut vaatimusmalliin	
		x	x	x	x		x	3.9 Talotekniikan vaatimusmallin ylläpitäminen	
								4 LUONNOSUUNNITTELU	
		x	x				x	4.1 Tilavarausmallin laatiminen	
x								4.2 Tilapohjaisen kustannusarvion tarkentaminen	
		x	x				x	4.3 Alustava tietomallipohjainen määrälaskenta	
x								4.4 Alustava tietomallipohjainen kustannuslaskenta	
		x	x				x	4.5 Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen	
		x	x					4.6 Energia-analyysit	
		x						4.7 Olosuhdeanalyysit	
								4.8 Virtaussimuloinnit (CFD)	
			x					4.9 Valaistusvisualisoinnit ja -laskelmat	
x		x	x					4.10 Elinkaarikustannusanalyysit (LCC)	
x		x	x					4.11 Ympäristövaikutusanalyysit (LCA)	
		x	x				x	4.12 Alustavan järjestelmämallin laatiminen	
		x	x				x	4.13 Alustavan talotekniikan tonttimallin laatiminen	
x		x	x				x	4.14 Tavoitevertailut	
		x	x	x	x		x	4.15 Talotekniikan vaatimusmallin ylläpitäminen	

Raken- nuttaja		Järjestelmäkokonaisuudet					
		LVI	SÄH	TJÄ			SPR
				RAU	TEL		

		x	x				x
		x	x				x
		x	x				
x							
		x	x				x
		x	x				x
		x	x				x
		x	x				x
		x	x				x
		x	x				
		x					
			x				
x		x	x				
x		x	x				
		x					
x		x	x				x
		x	x	x	x		x

		x	x				x
		x	x				x
		x	x				x
		x	x				x
		x	x				x
x		x	x				x
		x	x	x	x		x

		x	x				x

--	--	--	--	--	--	--	--

5 TOTEUTUSSUUNNITTELU

- 5.1 Talotekniikan tonttimallin (laskenta) laatiminen
- 5.2 Järjestelmämallin (laskenta) laatiminen
- 5.3 Tietomallipohjainen määrälaskenta (laskenta)
- 5.4 Kustannusarvion tarkentaminen
- 5.5 Järjestelmämallin (toteutus) laatiminen
- 5.6 Talotekniikan tonttimallin (toteutus) laatiminen
- 5.7 Reikävarausmallin laatiminen (toteutus)
- 5.8 Tietomallipohjaiset määräluettelot (toteutus)
- 5.9 Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
- 5.10 Energia-analyysit
- 5.11 Olosuhdeanalyysit
- 5.12 Virtaussimuloinnit (CFD)
- 5.13 Valaistusvisualisoinnit ja -laskelmat
- 5.14 Elinkaarikustannusanalyysit (LCC)
- 5.15 Ympäristövaikutusanalyysit (LCA)
- 5.16 Talotekniikan äänilaskelmat
- 5.17 Tavoitevertailut
- 5.18 Talotekniikan vaatimusmallin ylläpitäminen

6 RAKENNUSAIKAISET TEHTÄVÄT

- 6.1 Suunnitelmamuutoksien määrälaskenta
- 6.2 Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen työmaalla
- 6.3 Talotekniikan 4D-mallin laatiminen ja ylläpitäminen
- 6.4 Talotekniikan toteumamallin laatiminen
- 6.5 Talotekniikan paikannusmallien laatiminen
- 6.6 Talotekniikan palveluluemallien laatiminen
- 6.7 Tavoitevertailut
- 6.8 Talotekniikan vaatimusmallin ylläpitäminen

7 KÄYTTÖÖNOTTOON LIITTYVÄT TEHTÄVÄT

- 7.1 Mallien esittely huoltohenkilöstölle
- 7.2 Ylläpitomallin ylläpitäminen

8 ERILLISTEHTÄVÄT

- 8.1 Palosimuloinnit